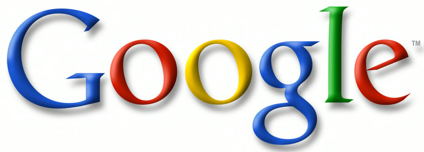


Al Chiarissimo Sig.r Prof.r Cav.r Ruffini, Presidente della Società Italiana, Rettore della R. Università di Modena in attestato di stima

l'Autore

I FENOMENI
ELETTRO-MAGNETICI

A DUE LEGGI RIDOTTI

CON LA LORO CAGIONE

TOLTA

DALL' OPINIONE SYMMERIANA

Ragionamento

DI

Giovanni

LIBERATO BACCELLI 1772-1835

PROFESSORE DI FISICA



MODENA

PER GLI EREDI SOLIANI

TIPOGRAFI REALI

1821

AL LETTORE.

Comunicai, sono pochi mesi, alla R. Accademia di Scienze, Lettere e d'Arti di Modena i risultati degli sperimenti da me intrapresi intorno all' azione elettrica, ch' esercitano i fili di metallo sugli aghi calamitati e non calamitati, accennando quale a me ne pareva la cagione. Accolti benignamente e pubblicati (*a*), siccome d' argomento utile alla scienza, restò il desiderio di vederli ricomparire col corredo dell' esperienze, le quali mi condussero a stabilirli. Distratto allora da altre applicazioni, dovetti mettere da parte il lavoro. Ripresolo da poco in

(*a*) Nel Messaggiere Modenese N. 38 e 49. - 1821.

quà, e datogli un certo qual ordine, soddisfo ora, il meglio che per me si possa, alla lodevole altrui curiosità, col darlo alle stampe. In esso io mi sono studiato di mostrare, avere i fenomeni elettro-magnetici, cui è ormai un anno che il celebre professore Oersted ha richiamata l'attenzione de'fisici, leggi costanti, semplici e determinate; e la cagione d'onde hanno origine non essere, a mio parere, sì nuova, vaga e complicata, come a prima vista ne sembra. Senza punto esitare ne presento al pubblico le leggi, perchè lo sperimentarle e riscontrarle è di tutti e di quante volte si vuole. La spiegazione che ne do, ha per base principj e dottrine da riputatissimi fisici ricevute e seguitate; essa agevolmente s' adatta a tutte le loro particolarità ed apparenze sensibili: tuttavia la espongo con quella timidità e riserbatezza, che lo studio delle cose naturali inspira ad ogni passo a chi non

vi si dedica, se non a fine di scuoprire il vero. Premetto le leggi, le quali tutti comprendono questi fenomeni, ne assegno la cagione, e da questa guidato interpreto le mie e le altrui esperienze; quelle, intendo, le quali sono a mia cognizione finora pervenute. Nell'apportar esperienze si troverà piuttosto abbondanza, che risparmio, e nel descriverle piuttosto lunghezza, che brevità. Del che non vorranno farmi rimprovero le persone intelligenti, alle quali è noto che, trattandosi di nuovi ed importanti fenomeni, la cagione loro non può raggiungersi, se in prima non se ne conoscano le leggi; e che a stabilire queste non è mai soverchio l'accumulare e minutamente descrivere gran numero di fatti. Un' altra mira ho avuto in dare sì lunga mano d'esperienze. Potrebbe per avventura la mia interpretazione non finire di persuadere, ed altri altra ancora proporne: il mettere a lui davanti il pro-

spetto delle cose che la sua deve comprendere e spiegare, è avergli in non poca parte scemata la fatica. Se, dopo tutto quello che sino ad' ora è stato scritto intorno a questo suggetto, poco alla comun'espettazione si troverà corrispondere il mio lavoro, si gradisca almeno l'opera che vi ho dato, e l'intenzione che avuta ho nel pubblicarla.



LEGGI

DE' FENOMENI

ELETTRO - MAGNETICI.



§. 1. A raccogliere in breve e ad esporre in semplici espressioni tutti i fenomeni, che offeriscono gli aghi d'acciajo sì calamitati che non calamitati per la presenza d'un filo metallico il quale congiunga due corpi o due parti d'un corpo non egualmente elettrizzate, mi è necessario prescrivere, che ad ogni esperienza l'osservatore si collochi all'estremità del filo, ove, secondo l'opinione symmeriana, entra l'elettrico resinoso, e in modo da vedere l'ago tra sè ed il filo. Quando l'osservatore voglia così situarsi, egli vedrà i varj e bizzarri movimenti dell'ago calamitato farsi con quest' ordine, o

Legge I. *Qualunque sia la qualità, la lunghezza, la posizione, la porzione e la faccia del filo congiuntivo (i poli dell' apparato voltiano), il quale si presenta isolato o no ad*

un ago calamitato, i movimenti che in questo s'osservano, sono diretti o tendono a portare il suo braccio boreale (quello volto al Nord) alla sinistra dell' osservatore e poco men che perpendicolare al braccio resinoso del filo, ed il suo mezzo a contatto con questo;
e prendere gli aghi non calamitati la polarità magnetica conforme a questa

LEGGE II. *Posto uno o quanti si vogliano aghi d'acciajo in qualunque distanza tra loro, vicini e comunque di traverso ad un filo metallico, e fatta passare pel filo una piena di elettricità, gli aghi si calamitano: e l'estremità loro, la quale è rivolta alla sinistra dell' osservatore (collocato rispetto a ciascun ago nel modo sopra prescritto), presenta il polo Nord. Che se l'ago sia posto entro la spira d'un filo metallico, anche la sola scintillazione un po' continuata dell' ordinario conduttore della macchina elettrica basta a calamitarlo; e l'estremità sua la quale è rivolta al polo resinoso, diviene polo Nord o Sud secondo che gli anelli della spira piegano a sinistra o a destra.*

CAGIONE
DE' FENOMENI
ELETTRO-MAGNETICI
DEDOTTA
DALL'OPINIONE SYMMERIANA.

---

1. Fenomeni sì certi, regolari e costanti, quali sono questi, la cui grandezza, a parità di circostanze, non ha proporzione, che all'energia elettrica dell'apparato che s'adopera, sono agli occhi miei manifesto indizio di materie le quali, ordinatamente avvolgendosi intorno al filo metallico, agiscono sugli aghi. Nè a mostrare quali siano queste materie e quale il loro modo d'agire, parmi ch'abbisogni d'immaginare non più udita ipotesi. Io credo che le opinioni, le quali a due distinti fluidi attribuiscono l'operare de' corpi magnetici, e ad altrettanti il mostrarsi elettrici i corpi, bastino a dar anche di questi singolari fenomeni e di tutte le loro particolarità intera ragione. E, se è vero ch' altra maniera non vi ha di ben procedere filosofando in Fisica, se non quella di

certificare in prima la verità degli effetti, e poi su per essi salendo, di andare in traccia della cagione che li produce, io oso aggiungere, che i fenomeni elettro-magnetici sono fondamento e sostegno di quelle opinioni, e che ne chiariscono alcuni punti, intorno a' quali i seguaci delle medesime o dubitano o dissentono. E n' adduco tosto le prove.

3. I. Pongasi a galleggiare sull' acqua un sottil ago calamitato (uno di quei da cucire), e di lungi da una delle sue estremità si tuffi sott' acqua (*a*) il filo congiuntivo i poli dell'apparato voltiano col suo polo resinoso all'Occidente, acciocchè il braccio boreale dell' ago riguardi la sinistra dell'osservatore (§. 1). Tenuto il filo perpendicolare all' asse dell' ago, e verso di questo mosso parallelamente a se nel suo piano orizzontale, s' osserva che, portato il filo ad una certa distanza (più o meno grande secondo la maggior o minore forza elettromotrice) dall' estremità dell' ago, questo diritto accorre al filo, e tanto più rapido muovesi, quanto più l' estremità gli s' avvicina; e pervenuto col suo mezzo dirimpetto al medesimo, dopo alcuni libramenti, ivi si ferma diretto nel suo meridiano. Mosso allora o lentamente, o velocemente il filo di qua o di la, l' ago similmente

(*a*) A vedere come si dee procedere nel fare quest' esperienza leggasi il §. 13.

si muove; e fermato quello, si ferma questo, standogli sempre sopra col suo mezzo.

Di questo fenomeno non può dirsi essere cagione l'attrarsi a vicenda l'asse del filo ed il mezzo dell'ago; perchè, ripetendo l'esperienza col presentar al di sopra dell'ago la medesima faccia del filo, o al di sotto col polo resinoso all'Oriente, l'ago s'allontana dal filo. Per la stessa ragione neppure si può dire che il muoversi dell'ago proceda da attrazione, ch'esercitino due de' suoi punti equidistanti dal mezzo sull'asse del filo, e questo reciprocamente su quelli; poichè, se ciò fosse, ne conseguirebbe eziandio, che lo stare dell'ago col suo mezzo dirimpetto al filo sarebbe posizione d'equilibrio momentaneo, e stabilmente egli si fermerebbe allorchè al filo corrispondesse uno de'suoi due punti attraenti. Pongasi che due punti egualmente distanti dal mezzo dell'ago rispingano l'asse del filo, e siano da esso respinti: l'ago porterebbe il suo mezzo al filo solo nel caso, che questo gli si presentasse tra quei due punti; presentatoglielo fuori dell'intervallo frapposto a'medesimi, l'ago s'allontanerebbe. Considerando attentamente quest'esperienza, ella ne mostra, esservi perpendicolarmente o quasi perpendicolarmente al filo una forza diretta a sinistra la quale agisce sul braccio boreale dell'ago, ed un'altra simile ed eguale diretta a destra la quale opera sul braccio australe; e

l'una e l'altra con maggiore energia sull'estremità, o centri d'azione, che su degli altri punti. L'idea che ciascuna di tali forze sia attrattiva per un braccio, e repulsiva per l'altro, ed agiscano perciò sull'ago non altrimenti, che i poli contrarj d'un altro ago calamitato; il quale fermato fosse perpendicolarmente al filo, si dilegua al riflettere che, se così agissero, ciascuna estremità dell'ago verrebbe in principio dell'esperienza allontanata. Or poichè non si conoscono altri modi d'agire delle forze, che questi due, o in distanza per via d'attrazione o pur di ripulsione, o in contatto per via d'impulsione; non potendosi l'osservato movimento spiegare pel primo, forza è che per virtù del secondo si faccia. Egli è dunque l'effetto di materie che sono nel filo, immediatamente adattantisi a materie che sono nell'ago. E poichè questo ed ogni altro fenomeno che alla scoperta dell'Oersted si riferisce, non manifestano che gli aghi calamitati o suscettibili di calamitarsi, e solo quando se gli avvicinano fili conduttori dell'elettricità congiungenti corpi o parti dello stesso corpo diversamente elettrizzate; ne segue, che tali materie non possono essere se non quelle, le quali danno ai corpi la virtù magnetica e la elettrica. Ma a rendere ragione del movimento dell'ago non si perverrebbe mai, se con la contrarietà di direzione delle forze elettriche non si ammet-

tesse pure, che due e distinti sono gli elettrici, e due e distinti i magnetici. Se le due forze elettriche fossero della medesima natura, e della stessa, o diversa i magnetici; l'una e l'altra di quelle agirebbe su d'ambedue le braccia dell'ago; e però, nel cominciare l'esperienza da Nord, la forza a destra allontanerebbe il polo boreale, e nel rifarla a Sud, la forza a sinistra discaccierebbe l'australe. Se gli stessi fossero i magnetici e non gli elettrici; per quella qualità per cui uno di questi agisce su d'un braccio, per la stessa agirebbe sull'altro; ed in questo caso, al principiar dell'esperienza o dall'una o dall'altra parte tornerebbe lo stesso; cioè l'ago fuggirebbe. Suppongasi per lo contrario, che tra i due elettrici e i due magnetici, già per altr'esperienze riconosciuti diversi, ci abbia anche tal differenza: che l'elettrico, il quale spinge a sinistra, agisca solamente sul magnetico boreale, e l'altro, il quale spinge a destra, operi soltanto sull'australe; e che in questo convengano, essere l'effetto dell'uno eguale all'effetto dell'altro; il muoversi, l'arrestarsi e l'equilibrarsi dell'ago, ed ogni altro movimento, siccome si vedrà, che da questa supposizione in esso risulta, non è diverso da quello, che per esperienza s'osserva. Or questa è la sola supposizione che al fenomeno s'adatta; e però, nulla in se avendo di assurdo, vuole essere tenuta per quella che lo spiega o dichiara.

4. II. Posto il filo congiuntivo, come nella precedente esperienza, sott'acqua, ma col suo polo resinoso all'Oriente, e sia per ciò il polo Nord dell'ago rivolto alla destra dell'osservatore (§. 1), si vada, siccome si disse, accostando ad una dell'estremità dell'ago: portato a poca distanza dalla medesima, vedesi l'ago dirittamente fuggire: allora tratto fuori dell'acqua il filo, nel qual caso il polo Nord è diretto a sinistra; l'ago torna indietro e, dopo i soliti libramenti, si ferma quando sotto il filo si trova il suo mezzo. Se il filo si presenta per di sopra all'ago col polo resinoso all'Occidente, sicchè il polo Nord corrisponda alla destra; l'ago similmente s'allontana; ma immerso il filo nell'acqua, e divenuto il polo Nord alla sinistra; l'ago si fa indietro, accorre al filo e cessa di muoversi, quando il suo mezzo è giustamente sopra il medesimo. Lo stesso succede, avvicinando all'ago perpendicolarmente il filo in qualsivoglia posizione obbliqua all'Orizzonte, quantunque volte il polo Nord dell'ago riguardi la destra: sempre l'ago passa alla parte opposta del filo, girando attorno al medesimo da destra a sinistra, se il braccio cui il filo s'affaccia, è il boreale, e da sinistra a destra, se è l'australe; ed allora s'arresta, che il suo braccio boreale è a sinistra, ed il suo mezzo davanti al filo.

Quest' esperienza chiaramente ne mostra, che l' elettrico, il quale agisce sul magnetico boreale dell' ago, va da destra a sinistra sulla faccia davanti del filo, e da sinistra a destra sulla faccia opposta; che è quanto a dire circola d' attorno al filo: e che l' altro, il quale opera sul magnetico australe, ha tutto contrario andamento.

5. Finora non si sapeva in qual modo i due elettrici si propagassero per i fili conduttori congiungenti corpi diversamente elettrizzati: e il dire, come si fa dalla più parte de' symmeriani, che successivamente si combinino e decomponganси, è un discorso il quale, non solamente è oscuro a intendersi, ma privo affatto di fondamento. Ora questo fenomeno, all' osservazione del quale ha guidato la scoperta del Fisico danese, ci fa vedere che intorno a' fili congiuntivi i poli dell' apparato voltiano, i due elettrici circolano spiralmente in due eguali e contrarie correnti.

6. Che se quì si presuppone, i magnetici essere fissi e mobili gli elettrici, e questi sino a quelli arrivare, non presuppongonsi cose nè strane, nè incompatibili con quelle stesse dottrine, che si vogliono sostenere. Già a buon conto, che i magnetici siano fissi e aderenti alle braccia dell' ago calamitato, è opinione che oggi corre e presso che da tutti seguitata. Ed essa sì fattamente s' adatta a questo e a tutti gli altri

movimenti che prende l'ago calamitato alla presenza del filo congiuntivo, che ogni tentativo che si faccia per derivarli da aggiramenti de' magnetici intorno all' ago o alle sue braccia riesce inutile. Son dunque i magnetici in questa maniera di fenomeni puramente passivi, e servono solo d' ostacolo e d' inciampo agli elettrici. L' opinione poi ch' essi siano nell' interno degli aghi, si può sostenere a queste prove: giacchè un solo fatto esige che i magnetici non degli aghi, ma del globo terrestre, s' estendano di fuora: ed è quello ch' apporterò al §. 61. Del resto seguasi l' una o l' altra opinione, purchè s' ammetta, non raccolti nè concentrati essere i magnetici in due punti, ma estesi e densi nei, così detti, centri d' azione, e da questi rapidamente decrescere, conforme alla legge d' intensità stabilita dal Coulomb, sino a mancare verso il loro mezzo, i fenomeni elettro-magnetici egualmente si spiegano.

In quanto agli elettrici: sarà vero che sulla superficie de' corpi conduttori isolati, ciascun di loro vi si distribuisca in sottilissimo strato, siccome par ch' esiga l' immobilità e l' equilibrio di lui; ma quando costretti sono a scorrere ambedue contemporaneamente per un filo conduttore, si dovrà da quì innanzi dire, che s' estendano al di fuori, formando intorno ai medesimi una doppia elica cilindrica, in ogni sua parte simile a se stessa, e tanto più ampia

e impetuosa, quanto maggiore è di essi la piena e la velocità. E certo non altra idea, che questa formar or ci possiamo, se fede prestar si dee all' esperienza la quale ne insegna, agire essi in distanza sui magnetici degli aghi per via d' impulsione (§. 3).

7. E come, e perchè comincino e proseguano sì fattamente a raggirare intorno al filo congiuntivo i due elettrici, non parmi malagevole di dare or ad intendere, ove nell' applicar al piliere del Volta le dottrine de' symmeriani s' abbiano in considerazione le due apportate esperienze. Il che io tento quì di dichiarare, prendendo così a discorrere.

III. Allorchè un pezzo di rame tocca in alcun modo un pezzo di zinco, io mi do a credere, al modo de' symmeriani, che questo si carichi d' elettrico vitreo e quello altrettanto d' elettrico resinoso; e che, messi di poi tra loro in comunicazione i due metalli per mezzo d' un corpo umido conduttore, si pongano in movimento i due elettrici. Ma intorno alla cagione che mantiene in moto questi due fluidi, io la penso diversamente. Opinano i symmeriani che due cose ci concorrano: la naturale tendenza che i detti fluidi hanno ad unirsi, e la forza elettromotrice de' metalli che li disunisce. Per quella, dicono, tosto che son disuniti, si combinano; per questa tosto che sono combinati, si decompongono; e l' essere essi

così successivamente e sempre decomposti e sempre combinati, costituisce e conserva nell' apparato voltiano la ben nota attività. Ora quest' idea di potenza che al continuo muoja ed al continuo rinasca, la quale nell' animo di molti fisici non ha mai potuto capire, non è più sostenibile al cospetto de' fenomeni Oerstediani. Richieggon questi una cagione, la quale sempre nello stesso modo operi; ed a me pare di vederla nella continua ed uniforme circolazione dei due elettrici. E per ciò sulla fede delle precedenti esperienze io asserisco e pongo che nell' elemento del piliere del Volta abbiano simultaneamente luogo due eguali, contrarie e non mai interrotte correnti: una che, uniformandomi al linguaggio della scuola symmeriana, chiamo vitrea, e l' altra resinosa. Chè la prima muova dal rame e passi nello zinco, e da questo, attraversando il liquido conduttore, ritorni a quello per diffondersi di nuovo nello zinco; e che la seconda dallo zinco parta, ed a lui faccia ritorno dopo essere passata pel rame e per il liquido, lo dico e sostengo, valendomi delle conosciute ingegnosissime esperienze, le quali guidarono il Volta alla costruzione del suo mirabil elettromotore: che poi con tale ordine e regola proseguano a circolare, sinchè favorevoli incontrano le medesime circostanze, si fa palese da se.

Mentre che il contatto dei due metalli e tra loro e col liquido sarà esteso e perfetto, trovando le due correnti molti canali aperti e spediti, scorreranno dilatate e disperse in ramificazioni diverse; ma ove alle parti dell'elemento si dia tal disposizione, ch' esse abbiansi a fare per angusto canale, per un sottil filo metallico per esempio, allora dovranno andare pel medesimo riunite e raccolte. Or questa è la disposizione, la quale conviene dare all'elemento voltiano onde ripetere l'esperienze dell' Oersted, e però è da credere, che in esso le due correnti facciansi simultaneamente pel filo.

Dando il nome di polo vitreo o resinoso all' estremità del filo, ov' entra l' elettrico vitreo o resinoso, è il primo a quell' estremità del filo la quale congiungesi al rame ed il secondo a quella la quale connettesi allo zinco, cioè a rovescio di quello che situati sono nell' apparato voltiano composto di più elementi; e corrisponde nell' opinione Frankliniana il vitreo al positivo, ed il resinoso al negativo. Dal che si scorge, dovere nell' elemento la corrente vitrea discorrere pel filo dal rame allo zinco, e da questo a quello la corrente resinosa; e al contrario l' una e l' altra nell' elettromotore composto.

Egli è manifesto che le quantità delle materie elettriche le quali, dopo il primo sgorgo, circolano nell' elemento, sono proporzionali e

all' ampiezza dei due metalli elettromotori e alla velocità delle due correnti. Questa velocità poi non può essere dovuta, se non se alla conducibilità del liquido ed all' estensione delle superficie metalliche in esso immerse; poichè è in un attimo che la potenza elettromotrice smuove gli elettrici dei due metalli, allorchè il loro contatto è perfetto; e l' esperienza prova, un corpo conduttore togliere l' elettricità ad un altro tanto più agevolmente e presto, quanto minore è la resistenza ch' egli oppone a riceverne, e quanto maggiore e più estesa è al corpo elettrizzato la sua applicazione. E questa si è la cagione per la quale il piliere a truogolo avanza in azione quello, il cui conduttore umido è di cartoni o panni bagnati; e per la quale l' elemento alla Wollaston è più possente, che il formato di semplici piastre di rame e zinco.

Sebbene non si conosca liquido tanto conduttore da ridurre in un momento un corpo elettrizzato allo stato naturale, pure ce ne sono di quelli, che in brevissimo tempo possono spogliarlo dell' eccedente elettricità; e tra gli altri l' esperienza ha manifestato avere tal virtù l' acqua mista ad 1/60 d' acido nitrico e d' altrettanto acido solforico. Facendo adunque uso di sì fatto liquido composto può stimarsi, e da tutti si stima la velocità delle correnti elettriche siccome rapidissima.

Laonde, perchè rapidissime, tenderanno ad andare le due correnti dall' un metallo all' altro per la più breve via; e perchè ancora tennissime, trapasseranno liberamente e senza muoverli i corpi i quali non contengono materie a loro somiglianti; e solo muoveranno o tenderanno a muovere e trasportare quelli, cui sono affisse materie che partecipando della loro indole, gli sono altresì d' inciampo: obbligate poi a scorrere raccolte e concentrate per lo stretto canale che loro offerisce un tenue filo o pochi punti di contatto, non potranno fare meno, allorchè cominciano per esso a muoversi, di non incontrarsi. È da vedere che cosa accade nell' incontro.

Al primo affacciarsi insieme l' una l'altra, è certo che dovranno ingrossarsi e gonfiarsi intorno al filo; e poichè le due forze che l'hanno eccitate, l' elettromotrice de' metalli e la conduttrice del liquido, operano incessantemente, dovranno altresì progredir oltre. Ma come s' apriranno tra loro la strada, se sono eguali e contrarie? Questo è quello che trovo malagevole a dichiarare; impossibile ad avvenire, no; chè fluide e cedevoli, siccome i loro effetti le caratterizzano, poco si richiede a piegarle. Pongasi che per impeto d' ingrossamento e gonfiezza, e per non so dire qual' altra combinazione di circostanze, l' una facciasi un poco in disparte, a sinistra per esempio: tosto l'altra

si farà a destra, lasciando ambedue la direzione rettilinea; ma perchè richiamate mai sempre nel diritto cammino dall' incessante bisogno, che di loro hanno i due metalli accoppiati, onde ristorarsi delle perdite, che loro arreca il continuo assorbirle che fa il liquido, si sforzeranno di ritornarvi; ed esse di fatto vi si rimetteranno, ma voltando per altro verso. Fingasi che la corrente vitrea s' innalzi o s' abbassi alquanto: in ciò fare piegandosi, subito la resinosa s' innalzerà o s' abbasserà verso la piegatura di quella, quivi incontrando minor ostacolo, che altrove. Incominceranno dunque ad avvolgersi l' una l' altra d' attorno al filo; e poichè il loro contrasto si fa in un piano perpendicolare; da questo disvieranno quel tanto che basta, onde cominciar possa il loro attortigliamento: al che può essere sufficiente sì poca inclinazione da non potersi per via di sperimenti scorgere, e che non pertanto sia compatibile con la loro eguaglianza e contrarietà. Stradate poi che siansi una volta per tale tortuosa via, proseguiranno esse così gonfie e dense a trascorrere impetuosamente per due eguali e contrarie spire presso che circolari per tutta quanta la lunghezza del filo congiuntivo, potendosi per ogni suo punto ripetere il medesimo discorso. E giacchè questa maniera di propagarsi diviene l' unica che possano avere sul più breve tragitto dall' uno all' altro metallo,

non sarà da esse abbandonata affatto, quando anche spezzato il filo, si compirà l' arco con un corpo di estesa superficie, purchè sia di quelli, che diconsi conduttori di prima classe; e su questo potrà segnarsi la via, per cui anderanno le due correnti, col tirare una linea tra i due punti, a' quali s' applicano le estremità del filo.

Un esempio di due correnti contrarie ch'assieme s' avvolgano, osservasi allorchè s' apre sotto un liquido colorato la bocca d' una canna barometrica piena di mercurio, tenuta verticalmente; il mercurio nel discendere, e il liquido nel salire, contendendosi scambievolmente il passo, s' attortigliano a guisa della vite lungo l' asse della canna. Vero è che l' eliche sono alquanto confuse, e che l' esperienza non riesce se non con una canna d' un' apertura solo tanto larga, quanto basta a dar luogo al tempo stesso e all' uscita del mercurio e all' entrata del liquido: non pertanto ella è questa una immagine di due fluidi, i quali, obbligati a scorrere in uno stretto canale, tendono ad attortigliarsi l' un l' altro.

8. Se questa è, come ne pare, la maniera onde i due elettrici muovonsi per i fili metallici congiungenti i poli dell' apparato voltiano, non altrimenti è da credere, ch' essi si propaghino attorno a simili fili, ogniqualvolta questi s' adoperino per archi di comunicazione tra due

corpi o parti di un corpo non egualmente elettrizzate, e particolarmente a scaricare boccie e batterie. Ci sarà sempre tra le correnti di questi apparati e le correnti dell' elettromotore tal differenza, che quelle saranno di cortissima durata o passaggere, e queste, dopo il primo abbondante sgorgo, uniformi e continue.

9. Ma come si può egli determinare l' elettrico il quale opera sul magnetico boreale, o l' altro il quale agisce sull' australe? Per quanto io ci abbia sopra pensato, non ho potuto rinvenire via nè modo d' operazione diretto e sicuro, che valga a specificare l' uno dei due. Ciò però non toglie al discorso or fatto la forza che può avere; poichè, se utile tornerebbe alla scienza il saperli distinguere l' uno dall' altro, all' interpretazione de' fenomeni Oerstediani non è questo necessario. Per essi basta che due siano e distinti gli elettrici, che l' uno costantemente s' avvolga intorno al filo per un verso, e al contrario l' altro, e che nell' agire su i magnetici si rispondano con perfezione di simmetria. Or queste cose sono assai provatamente stabilite per via d' esperienze e di deduzioni di principj, che si hanno per buoni. Nulla di meno se non per altro, a fine di nominare le due correnti, dirò vitrea quella, cui fa ostacolo il magnetico boreale, e resinosa l' altra. E che queste denominazioni non del tutto arbitrariamente per me loro si diano, lo mani-

festeranno l' esperienze, le quali apporterò al §. 70, dalle quali mi è sembrato di vedere, essere la corrente a sinistra appunto quella, che i symmeriani qualificano per vitrea.

Certo è che ci ha da essere la sua ragione perchè lo stesso elettrico, il vitreo, sempre scorre da destra a sinistra, ed al contrario l'altro, il resinoso; giacchè tanta costanza di direzione non può essere commessa alla ventura. Ma qual ella sia questa ragione io non so dire, benchè ad investigarla non abbia risparmiato studio e pensieri. Questo adunque che in nessun modo posso io dare ad intendere come avvenga, ma che tutti i fenomeni mostrano di tal guisa sempre avvenire, lo prendo e do come fatto o dato d' esperienza. E poichè non è disdetto al fisico di fondare ipotesi e teoriche su di verità meramente sensibili, io fondo la mia su di questo principio: comincia sempre e prosegue a scorrere pel filo congiuntivo lo stesso elettrico per lo stesso verso.

10. Già le due arrecate esperienze hanno in alcun modo mostrato, ed il discorso ha condotto a questo, essere la risultante delle due forze elettriche impellenti perpendicolare al filo congiuntivo; ma l'esperienza che segue varrà meglio a determinarne la direzione.

IV. Sotto al mezzo d'un sottile ago calamitato, sospeso orizzontalmente ad un tenue e lungo filo di seta, e presso cui sia con un fi-

lo o riga indicata la direzione del suo meridiano magnetico pongasi di traverso il filo congiuntivo: girato questo di qua e di là intorno al detto mezzo in un piano parallelo all' ago, fatti alcuni tentativi, si trova una situazione, ove l' ago sta precisamente nel suo meridiano: tornando a girare il filo, l' ago sensibilmente declina; e si rimette nel meridiano tutte le volte che il filo si ripone in quella situazione.

Questa posizione del filo è quella, in cui il suo polo elettrico resinoso riguarda l' Occidente, ed il braccio boreale dell' ago rivolto alla sinistra dell' osservatore fa col braccio resinoso del filo un angolo, il quale dico poco men che retto su questo fondamento. Avendo segnata sopra una lastra di vetro una linea retta, ed a questa fissato perpendicolarmente un filo metallico, posi la lastra sotto l' agò in modo che la linea su di lei segnata fosse giustamente nel meridiano magnetico; e congiunti gli estremi del filo metallico coi poli elettrici, l' estremo Occidentale col resinoso, e l' Orientale col vitreo, osservai il più delle volte che fosse l' ago nell' aria, fosse a fior d' acqua o sott' acqua, l' estremità sua boreale declinava un po' all' Occidente; ma di quanto precisamente nol dico, perchè oltre ad essere la declinazione assai piccola, essa variò quando in più quando in meno.

11. Ritenuta la denominazione di *Direttrice magnetica*, la quale suol darsi alla risultante delle forze, con cui la terra chiama costantemente l' ago calamitato al suo meridiano, dico *Direttrice elettrica* quella che risulta dall' azione simultanea delle due correnti vitrea e resinosa, ed obbliga l' ago a mettersi col suo mezzo davanti al filo congiuntivo, e col suo braccio boreale alla sinistra dell' osservatore e poco men che perpendicolare al braccio resinoso del filo. E chiamo *piano del filo* il piano parallelo all' asse magnetico dell' ago, il quale passa per l' asse del filo.

12. Se ora a tutto il sin quì detto s' aggiunga il principio dimostrato dal cavaliere Venturi: che i fluidi in moto traggano seco loro i fluidi, co' quali possono venire alle prese: nulla più manca a rendere ragione degli effetti, che sugli aghi calamitati e non calamitati produce l' azione de' fili metallici, pe' quali scorrono i due elettrici.

E in quanto per ora agli aghi calamitati: presentato in qualsivoglia posizione e avvicinato ad uno di essi il filo congiuntivo, tosto si scorge che le materie, boreale ed australe dell' ago, le quali più dense che altrove sono all' estremità o centri di azione distribuite, pel movimento laterale delle correnti, vitrea e resinosa, verranno rapite e strascinate nelle direzioni delle medesime: e poichè le dette ma-

terie magnetiche sono aderenti all' ago, i movimenti loro si trasmetteranno a lui; ma egli inerte, rigido, di necessità in alcun modo sospeso e chiamato mai sempre dalle forze terrestri al suo meridiano, non potendo torcersi attorno al filo, prenderà movimenti particolari, dipendenti però dal generale e tortuoso delle correnti. Quindi il braccio d' un ago a perno o ad asse dovrà sembrare attratto o respinto dal filo, secondo che il suo centro d' azione si troverà corrispondere ad un punto della corrente spirale, la cui tangente sarà o non sarà diretta al piano del filo; e quello di un ago galleggiante o sospeso per un filo, potendo in alcun modo concepire movimento circolare, dovrà inoltre d'attorno al filo, per quanto potrà, girare, se è il boreale da destra a sinistra, e se è l' australe da sinistra a destra. Si dovrà poi fermare in situazioni d' equilibrio un ago qual si sia, allorchè s' avvereranno l' una e l' altra insieme queste due condizioni: che gli impulsi delle due correnti su i due magnetici s' eguaglino; che s' eguaglino pure delle due direttrici, elettrica e magnetica, le azioni. La prima esige che all' appressamento del filo congiuntivo l' ago si mova o tenda a muoversi sinchè col suo mezzo giunga a toccare il filo, ed il suo braccio boreale divenga quasi perpendicolare al medesimo, e rivolto sia alla sinistra dell' osservatore. Esige la seconda che l' ago,

conforme a' principj della composizione delle forze, prenda situazioni intermedie alle due direttrici, ogni qualvolta queste non cospirino, e però nelle posizioni del filo parallelo all' ago il polo Nord declini a sinistra, il polo Sud a destra non mai più di 90 gradi, quantunque volte loro s' affacci il polo elettrico resinoso.



ESPERIENZE

INTORNO

ALL'AZIONE ELETTRICA

DE' FILI METALLICI SUGLI AGHI CALAMITATI

CUI SODDISFANO I PROPOSTI PRINCIPJ

---

13. A fare l'esperienze assai bene mi ha servito un elemento del piliere alla Wollaston, la cui piastra di zinco era di 16 pollici quadrati; il truogolo di legno inverniciato; il liquido conduttore acqua mista a più o meno d'acido nitrico e solforico, secondo che più o meno energica voleva io la forza elettromotrice; ed il filo conduttore, ora d'un metallo, ora d'un altro. D'ordinario ho fatto uso d'un filo di rame tolto dalla gavetta N. 5, e piegato a doppia squadra, il quale presentava all'ago, tenendo in mano, trasportando e girando il truogolo; e d'un altro simile d'ottone lungo assai che, tenuto tra le dita, poteva avvicinare disteso o piegato in qualsivoglia maniera all'ago e intorno ad esso girare.

Non potendo aversi un solo ago perfettamente libero, sperimentai su di cinque diversamente sospesi, i quali nomino il

1.° *Ago galleggiante*, un ago da cucire lungo un buon pollice, notante senz'alcun sostegno sull'acqua;

2.° *Ago d'esperienza*, un altro ago da cucire sospeso pel suo mezzo ad un tenue e lungo filo di seta;

3.° *Ago a filo*, un ago d'acciajo da calzetta lungo pollici 6, e sospeso orizzontalmente anch'esso ad un tenue filo di seta;

4.° *Ago a perno*, un ago lungo 4 pollici, ed un altro 9, ambedue a freccia, appartenente il primo ad una bussola d'agrimensore, il secondo ad uno squisito declinatorio;

5.° *Ago ad asse*, un ago lungo esso pure pollici 9, ma più pesante che il declinatorio, sospeso pel suo asse al centro d'un circolo verticale, il quale, potendosi girare per tutti gli *azimut*, serve ad osservare le inclinazioni.

Chi vorrà un qualche ajuto che gli agevoli l'operazione e l'interpretazione dell'esperienze, più che nelle figure lo troverà in un piccolo strumento il quale rappresenti porzione del filo congiuntivo: e questo egli potrà da se stesso preparare, avvolgendo spiralmente intorno ad un cilindretto di legno o d'altra materia due refi di diverso colore, uno rosso per esempio, l'altro nero, in modo che gli anelli spirali del

primo siano rivolti a sinistra, e quelli del secondo a destra, tra loro egualmente distanti e poco inclinati all'asse del cilindretto. Contrassegnata una dell'estremità di esso, e presa questa pel polo elettrico resinoso, gli anelli spirali a sinistra del filo rosso figureranno il corso della corrente vitrea, e quelli del filo nero il corso della corrente resinosa. Con tale semplicissimo strumento e con un ago calamitato o qualche altra cosa che ne faccia le veci, egli potrà indovinare tutti i movimenti dell'ago, i quali poi troverà appieno verificati dall'esperienza.

14. Tre sono e non più le maniere di presentare il filo congiuntivo all'ago calamitato, parallelamente, perpendicolarmente ed obbliquamente: prima d'esporre di ciascuna i fenomeni, tornerà bene fare intorno ad esse alcune riflessioni che ne agevoleranno l'interpretazione.

La prima si è, che presentato comunque all'ago il filo congiuntivo, se questo si giri attorno al suo asse, l'ago, come si mosse davanti ad una faccia di lui, muovere si deve davanti ad ogni altra; e così infatti si muove, perchè non cambia, per tale aggiramento del filo sulla sua superficie cilindrica la direzione delle correnti elettriche. L'altra, che nelle posizioni parallele, portato il filo congiuntivo d'attorno all'ago, come se si facesse scorrere sulla superficie d'un cilindro, il quale avesse

l' ago per asse, due declinazioni spettanti a due posizioni del filo diametralmente opposte, osservate ambedue da una delle dette posizioni, sembrar debbòno contrarie, ed in effetto lo sembrano; perchè in questo caso in una delle posizioni si presenta all' ago la faccia davanti del filo, e nell' altra la faccia opposta; e su di questa la direzione delle correnti elettriche è, rispetto alla persona, contraria alla direzione che le medesime hanno su di quella (§. 4). Ma se la persona anch' essa tanto giri, quanto il filo, ma in verso opposto, cosicchè ad ogni fermata di questo, ella si trovi nella prescritta situazione (§. 1), le declinazioni dell' ago gli compariranno dirette, cioè si faranno sempre da quel lato della medesima verso dove cominciarono a farsi, e sempre alla sinistra, se il polo resinoso del filo sarà dalla parte del polo boreale dell' ago: e così dirette per esperienza s' osservano, e non mai altrimenti, stantecchè in tutto il giro del filo le correnti elettriche sono similmente dirette tanto per rispetto all' ago, quanto per rispetto alla persona; dal che si scorge che la contrarietà delle declinazioni è un mero fenomeno di situazione. La terza riflessione spetta alla posizione perpendicolare. In questa fatto circolarmente girare pel medesimo verso intorno all' ago il filo congiuntivo, poichè le correnti elettriche non mutano direzione, l' ago si muoverà durante

il giro del filo, come si mosse in principio: e così per prova vedesi ch'egli si muove. Sia qualunque la posizione del filo rispetto all' ago, la quarta riflessione da farsi è questa: che invertendo i poli elettrici, s' invertono le direzioni delle correnti, e per ciò gl' impulsi sui magnetici, e conseguentemente i moti dell'ago. E quì si noti, che a due perpendicolari posizioni del filo per diametro opposte, in ambedue delle quali lo stesso polo elettrico sia rivolto alla stessa parte, e la persona le osservi dallo stesso luogo, corrisponder debbono movimenti contrarj, come se il filo s' invertisse in una di esse; e la ragione si è perchè anche in questo caso nell' una delle posizioni si presenta all' ago una faccia del filo, e nell' altra la faccia opposta.

Ciò premesso, ecco tre serie d' esperienze spettanti alle tre posizioni che dar si possono al filo congiuntivo.

PRIMA SERIE D' ESPERIENZE SPETTANTI ALLA POSIZIONE DEL FILO PERPENDICOLARE ALL' AGO.

15. S' intenda passare tanto pel mezzo, quanto per i centri d'azione dell' ago calamitato un piano perpendicolare al medesimo; e s' immagini prolungato alquanto da ambi gli estremi il suo asse magnetico: s' avranno per ciascun

braccio dell' ago due spazj, l' uno tra il mezzo ed il centro d' azione, l' altro tra il centro d' azione e l' asse prolungato.

Filo congiuntivo presentato al mezzo dell' ago.

16. Esperienza I. Presentato da Occidente verticalmente col polo resinoso in alto il filo congiuntivo al mezzo dell' ago d' esperienza (del quale perciò il braccio boreale sarà alla sinistra dell'osservatore) (§. 1), e bel bello ad esso avvicinato, ridotta la distanza intermedia intorno ad un pollice (più o meno secondo la maggiore o minor forza elettromotrice), s' osserva muoversi l' ago parallellamente a se ed accostarsi con moto accelerato al filo, sinchè col suo mezzo giunga a toccarlo. Mosso allora lentamente il filo un po' di quà o di là, l' ago similmente si muove.

Per vedere la ragione di tal effetto basta considerare che in questa posizione del filo trovansi le braccia ed i centri d' azione dell' ago nelle direzioni delle rispettive correnti, le quali similmente piegano verso il piano del filo; e perciò i loro magnetici sono da forze eguali e contrarie strascinati alla volta di quel piano, il boreale da destra a sinistra, e l' australe da sinistra a destra.

Questi nel portarsi dalle braccia al detto piano, tendono a curvarle egualmente sul medesimo; ma l' ago non potendo sì fattamente piegarsi, nel seguire, quanto può, il loro movimento s' accosta al filo e ne sembra attratto (§. 12).

17. Intendasi segnato nel piano verticale (§.15) un circolo il quale abbia per centro il mezzo dell' ago, e per raggio la distanza tra il mezzo ed il punto, ove l' ago comincia a muoversi. Presentato successivamente in giro il filo congiuntivo, incominciando dal quadrante superiore, conviene diminuire la distanza tra il filo e l' ago perchè questo si muova, e tanto più bisogna diminuirla, quanto più il filo s' avvicina alla posizione orizzontale, ove trovandosi, l' ago non si muove; nel secondo quadrante l' ago dà segno di muoversi a distanze le quali crescono nell' ordine che diminuirono nel primo; e data al filo la posizione verticale, esso è avvicinato da quella distanza, da cui lo fu in principio dell' esperienza: nel semicircolo inferiore bisogna variare le distanze, come si variarono nel superiore, se si vuole che l'ago risentasi dell' azione del filo.

La gravezza dell' ago e la maniera ond' è sospeso sono, come chiaro si scorge, le cagioni principali di questi accidenti. Del resto l' ago tende mai sempre ed anche alle posizioni orizzontali del filo, ad accostarvisi col suo mezzo. Il che s' avvera prendendone la prova su d'un

ago calamitato, fatto d'un pezzetto di sottilissimo filo d'acciajo, per esempio del N. 12, lungo cinque in sei linee, il quale presentato sotto al filo, a questo accorre e vi rimane attaccato. E il recarsi dell'ago al filo, in tutte le dette posizioni, procede, come s'è fatto osservare (§. 14), dal non cambiarsi per rispetto alle sue braccia le direzioni delle due correnti elettriche.

18. Esperienza II. Ripetuta l' esperienza I., ma col polo resinoso del filo in giù (nel qual caso il braccio boreale dell' ago sarà volto alla destra dell' osservatore (§. 1),) il movimento dell' ago che in quella si manifestò d' attrazione, in questa comparisce invece di ripulsione. E non altrimenti può egli comparire, perchè invertiti i poli elettrici, s'invertono, come s'è osservato (§. 14), le direzioni delle correnti; per la qual cosa trovandosi a questa esperienza le braccia dell' ago situate rispetto alle direzioni delle correnti oppositamente di quello, ch' erano all' antecedente, tendono ambedue a piegarsi al di quà del piano del filo; che è quanto a dire ad allontanarsi dal medesimo (§. 12).

19. Fatte queste due esperienze sugli altri aghi s' osserva, muoversi il galleggiante del pari che quello d' esperienza, se non che alla I. il suo mezzo resta un poco discosto dal filo, a cagione del sollevamento dell' acqua; dare l' ago a filo segni d' accostamento o discostamento, ed allora massimamente che il filo con-

giuntivo gli si fa assai d' appresso, e la sua pigrizia a muoversi deriva, come è manifesto, dalla sua mole e grandezza; non muoversi nè l' ago declinatorio, nè l' ago inclinatorio, e dello stare essi immobili agevolmente se ne vede la ragione.

Nel fare quest' esperienze si dee ben badare che il filo congiuntivo sia presentato giustamente dirimpetto al mezzo dell' ago; imperocchè se si presenta un po' in quà o in là del mezzo, si destano i movimenti, i quali si prendono ora a dichiarare.

Filo congiuntivo
presentato ad un punto dell' ago
tra il mezzo ed il centro
d' azione.

20. Esperienza III. Presentato ad un braccio dell' ago d' esperienza il filo congiuntivo, come si presentò al suo mezzo nell' esperienza I., quel braccio s' accosta al filo sino a toccarlo; e datagli, per così dire, un' arcata da destra a sinistra, se è il boreale, o da sinistra a destra, se è l' australe, avvicina il mezzo dell' ago al medesimo.

Anche in questa esperienza le braccia dell' ago sono nelle direzioni delle rispettive correnti, le quali volgono al piano del filo; inoltre il filo è più vicino ad uno de' centri d' azione,

che all' altro: si trasporta dunque il braccio dell' ago al filo, perchè questa è la direzione che prende il suo magnetico rapito con forza maggiore, che quello dell' altro braccio. L' arcata poi che dà, mostra tender l' ago a portare il suo mezzo al filo, com' esige la prima condizione d' equilibrio (§. 12); e ve lo porterebbe, se la maniera onde è sospeso non glielo impedisse.

21. Immaginato quì pure il circolo verticale, il quale però abbia il centro nel punto dell' ago, cui s' affaccia il filo, e presentato questo a quello successivamente in giro; l' ago sempre si muove, come è detto, e per la ragione stessa. Ma poco s' abbassa o s' innalza il suo braccio, presentandogli il filo orizzontalmente sotto o sopra, non potendo nel piano verticale muoversi l' ago con la stessa facilità che si muove negli altri piani.

22. A questo cimento il braccio dell' ago galleggiante non piega subito verso il filo per l' ostacolo che incontra nell' acqua, ma diritto corre a Nord, cioè a sinistra, se è il boreale, o a Sud, cioè a destra, se è l'australe, sino a tanto che il mezzo dell' ago sia dirimpetto al filo; poi, come se questo presentato a lui si fosse nella guisa che gli si presentò nell' esperienza I., al medesimo accorre e presso gli si ferma diretto nel suo meridiano. Questo secondo movimento dell' ago varia e cessa,

siccome s'osservò nella citata esperienza (§. 17); cosicchè nelle due posizioni orizzontali, superiore ed inferiore del filo, non apparisce, che il primo: e assai curioso è il vedere, andar l' ago prestamente a sinistra e a destra, se prestamente si fa passar il filo di quà e di là dal suo mezzo. Anche il braccio degli altri aghi s' accosta al filo; il mezzo d' essi, no: chè la loro gravezza e la loro sospensione non lo permettono. Certo e determinato è l' accostarsi del braccio dell' ago a filo per qualsivoglia posizione del filo congiuntivo, potendo egli rotare assai liberamente in ogni piano: ma non è così quello degli aghi a perno e ad asse, quando il filo ad essi s' affaccia parallello al piano della loro rotazione; e di ciò cagion ne è l' essere appunto, come sono, sospesi, l' uno ad un perno, e l' altro ad un asse. E quì rispetto all' ago inclinatorio si noti questa volta per tutte le altre, che l' esperienze accadono come viene annunziato, qualunque sia l' *azimut*, in cui si fermi il piano verticale della sua rotazione.

23. Esperienza IV. Rifatta l'esperienza precedente, solo in questo variandola, che il polo resinoso del filo sia all'ingiù, l'ago d' esperienza comincia a muoversi coll'allontanare alquanto dal filo il braccio; si fa indietro a mano sinistra, se il braccio cui il filo s' affaccia è il boreale, e a man diritta, se è l' australe; gli gira attorno e d' appresso: e passato alla faccia opposta

del filo, col suo braccio boreale a sinistra, trasporta, per quanto può, il suo mezzo a contatto col medesimo. Che se la forza elettromotrice è gagliarda assai, allora l'ago in prima si rovescia, poi s'accosta al filo, in seguito gli gira attorno, e passato alla faccia opposta, cessa di muoversi, allorchè il suo braccio boreale è alla sinistra dell'osservatore, e il suo mezzo prossimo al filo.

Per quest' esperienza l'ago è abbastanza libero perchè quella delle sue estremità, la quale è la più vicina al filo, tenga dietro al movimento circolare, che prende il magnetico di lei, rapito in giro con maggior forza, che quello dell' altra estremità, dalla corrente elettrica la quale lo strascina alla faccia opposta del filo, ed al medesimo accosta il mezzo dell'ago.

Quando la forza elettromotrice è gagliarda, il violento impulso, che in principio riceve il magnetico del braccio, rovescia l'ago: dopo di che le braccia di questo, trovandosi nelle direzioni delle rispettive correnti le quali vanno al piano del filo, ad esso s'accostano (§. 14); ma se in tal posizione l'ago è diretto rispetto alla direttrice elettrica, rispetto alla magnetica è rovesciato; e questa è che lo fa girare d'attorno al filo, e l'obbliga a mettersi nella posizione, ove le due direttrici cospirano insieme a tenerlo.

24. Presentato successivamente in giro il filo congiuntivo, siccome si presentò nella precedente esperienza (§. 21), si hanno i medesimi fenomeni, fuori che però nelle posizioni orizzontali del filo, nelle quali l'ago di poco s'alza o s' abbassa, se il filo se gli presenta di sotto o di sopra.

25. Il muoversi dell' ago galleggiante è quello già in parte descritto al §. 4. L' estremità del suo braccio corrispondente al filo descrive da lungi intorno al medesimo un arco un po' schiacciato, passa alla faccia opposta di lui, ed allorchè il mezzo dell' ago gli è dirimpetto, ad esso s' accosta, e giunto quasi a toccarlo, l'ago equilibrato si ferma. Il moto circolare si fa da destra a sinistra, se il braccio più vicino al filo è il boreale, ed al contrario, se è l' australe. Comincia veloce, prosegue rallentando, e prima di finire è più rapido, che quando cominciò. Così si muove a tutte le posizioni del filo alquanto distanti dalle orizzontali, nelle quali l' ago fugge diritto dal filo, e rapidamente quando vicino gli passa il centro d' azione; ma, oltrepassato che l' ago abbia il filo, se questo, essendo al di sopra, s' immerge nell' acqua, o essendo al di sotto, si cava dall'acqua, egli torna indietro, e dopo alcuni libramenti si ferma col suo mezzo davanti al filo. Dello schiacciamento dell' arco ne è cagione la resistenza dell' acqua, non che il ten-

dere dell' ago al suo meridiano; dell' andare veloce e lento la minore o maggiore distanza del suo centro d' azione al filo, del fermarsi alla faccia opposta del filo, col suo mezzo a contatto col medesimo, l' una e l'altra insieme le condizioni d' equilibrio (§. 12).

Il braccio degli altri aghi d' ordinario non fa che allontanarsi. Codesto allontanamento è visibilissimo nell'ago a filo, qualunque sia la posizione, in che gli si presenta perpendicolarmente il filo congiuntivo, stante che può egli muoversi per ogni verso senza gran difficoltà; ma nell'ago a perno ed in quello ad asse, appena appena è osservabile nelle due posizioni del filo parallelle al piano della loro rotazione, non essendo cosa sì facile, ch' essi s' innalzino sopra o si abbassino sotto del medesimo. E intanto il braccio di questi aghi a tal posizione del filo s' allontana e ne sembra respinto, in quanto che il magnetico di lui è scacciato lungi dal piano del filo con maggior forza, che il magnetico dell' altro braccio. Il peso poi che hanno, e l' essere, come sono, sospesi, non permette ch' essi passino alla faccia opposta del filo; possono per altro venire rovesciati, e si rovesciano per impeto d' energica forza elettromotrice.

Filo congiuntivo presentato all' ago tra il centro d' azione e l' asse prolungato.

26. Esperienza V. Se nella guisa stessa, che si presentò il filo congiuntivo al mezzo dell'ago d'esperienza nell'esperienza I., verrà presentato in questo tra il centro d'azione e l'asse prolungato, vedrassi, ad ogni sua fermata, l'estremità dell'ago a lui più vicina allontanarsi.

Quì il centro d'azione il più prossimo al filo si trova, se è il boreale al lato destro, e se è l'australe, al lato sinistro del filo, e per ciò esposto, quello all'impulso della corrente vitrea, questo all'impulso della corrente resinosa, la quale dalla faccia opposta del filo passa a quella davanti. È dunque cacciato in quà del piano del filo e ne pare allontanato; e seguirebbe la direzione del torrente che lo strascina, se a seguirla non s'opponessero e la sua gravezza e la sua sospensione.

27. Similmente si muove l'estremità dell'ago a filo, e non altrimenti quella del declinatorio e dell'inclinatorio, eccetto che nelle posizioni del filo parallelle al piano per cui s'aggirano, ove, attesa la loro sospensione, l'allontanamento appena si discerne.

Nell'ago galleggiante tre moti si distinguono alle posizioni del filo un po' distanti dall'orizzontali. In prima, allontana egli la sua estremità

dal filo, come l'ago d'esperienza e per la stessa ragione; poi, potendo prendere moto di traslazione, segue per quanto l'acqua glielo permette la direzione della corrente, e perciò muovesi verso la sinistra o verso la destra dell'osservatore, secondo che quell'estremità è la boreale o l'australe, sino a che col suo mezzo corrisponda al filo; infine, per la ragione già altrove allegata (§. 16.), recasi parallellamente al filo, presso del quale giunto, si equilibra e si ferma.

28. Esperienza VI. Replicata la precedente esperienza coi poli elettrici permutati, l'estremità dell'ago d'esperienza comincia ad accostarsi al piano del filo, giunto presso di esso si fa un po' indietro, e girando da destra a sinistra, se è la boreale, o al contrario, se è l'australe, passa alla faccia opposta del filo, ove si ferma e rimane attaccata.

Anche in quest'esperienza l'ago è abbastanza libero per seguire l'impulso della corrente elettrica, la quale sulla sua estremità, la più vicina al filo, agisce con maggior urto, che la corrente contraria sull'altra estremità. La ragione poi de' varj accidenti del suo muoversi è riposta, come agevolmente si vede, nel trovarsi quella estremità nella direzione della corrente, la quale dalla faccia davanti del filo passa all'opposta.

29. Lo stesso fa presso a poco l'ago a filo, qualunque sia la situazione che si dà al filo congiuntivo: s'accostano pur sensibilmente l'estremità degli aghi a perno e ad asse, ma nelle posizioni del filo che non sono al piano della loro rotazione parallelle, nelle quali di poco s'avvicinano al filo. L'estremità dell'ago galleggiante comincia anch'essa coll'accostarsi al filo, indi si fa indietro, e si porta, girando in arco, alla faccia opposta del filo con l'ordine che si osservò nell'esperienza IV. (§. 25).

Filo congiuntivo presentato all'ago presso uno de' centri d'azione.

30. Esperienza VII. Presentato da lungi il filo congiuntivo presso che dirimpetto ad un centro d'azione, e poi bel bello al medesimo avvicinato, nè l'ago a filo, nè quelli a perno e ad asse a tal prova si muovono.

La corrente elettrica che agisce sull'estremità dell'ago, il quale non può per la sua gravezza, e la sua sospensione concepire movimento progressivo, ora come si è veduto, l'allontana, ora l'avvicina al filo; e ciò in conseguenza del suo circolare movimento: ove dunque finisce d'allontanare e comincia ad avvicinare, l'ago non deve muoversi, nè si muove.

Non è però cosa sì facile di trovare ad un primo tentativo questo punto d' indifferenza nell' uno o nell' altro braccio dell' ago; ma trovato una volta e segnato, si riesce poi a manifestarlo quasi sul momento. A quest' esperienza le braccia dell' ago vogliono essere equabilmente calamitate; e serve benissimo, tra gli altri, l' ago a filo, vicino al quale e parallello vi sia un piano che n' accorci le oscillazioni. Di tale artifizio ho fatto uso altre volte, onde meglio osservare i movimenti dell' ago.

31. Questa serie d' esperienze comprende i movimenti dell' ago a perno, i quali nelle due perpendicolari posizioni dal filo congiuntivo, orizzontale e verticale, furono osservate dall' Oersted.

SECONDA SERIE D' ESPERIENZE SPETTANTI ALLA POSIZIONE DEL FILO OBBLIQUA ALL' AGO.

32. Esperienza VIII. *e fondamentale delle declinazioni.*

Pongasi sotto il mezzo dell' ago d' esperienza il filo congiuntivo perpendicolarmente e col polo resinoso all' Occidente, e precisamente in quella situazione, alla quale l' ago nè declina nè inclina (§. 10): sarà il braccio boreale dell' ago alla sinistra dell' osservatore. Fatto centro il punto del filo corrispondente al mezzo

dell'ago, si giri esso adagio adagio nel piano orizzontale verso sinistra, ossia da Occidente a Settentrione, sinchè abbia compiuta l'intera rivoluzione: si osserva muoversi l'ago orizzontalmente e per lo stesso verso che il filo di guisa che il suo braccio boreale comincia a declinare a Levante, e con tal ordine:

Se l'azione elettrica è gagliarda, nella prima semirivoluzione la declinazione è maggiore della metà dell'angolo fatto dalla perpendicolare al filo e dal meridiano magnetico; aumenta nel primo quadrante a gradi decrescenti, nel secondo a gradi crescenti, talchè a 180 gr., se l'azion' elettrica è la più possente possibile, la declinazione è nulla e l' ago si trova nel meridiano, ma co' poli permutati. Che se la forza elettrica non sia la maggiore possibile, allora il braccio boreale dell' ago dista alquanto dal meridiano magnetico a Levante nell' emisfero australe. In questo caso, continuando a girare il filo, avviene che quel braccio trapassa quasi di lancio non che il meridiano magnetico, la perpendicolare al filo, e la sua declinazione, divenuta Occidentale, diminuisce a poco a poco e s' annulla alla fine dell' intera rivoluzione.

Se poi l' azion' elettrica è debole, la declinazione del braccio boreale è minore del detto angolo, e lentamente cresce sino a che il filo sia divenuto parallello all' ago. Allora proseguendo a girare il filo, l' ago in fretta torna

indietro, s' avvicina al suo meridiano, ove si trova quando con esso coincide la perpendicolare al filo; in seguito ratto passa all' Occidente, vieppiù declina da questa banda, e divenuto un' altra volta anche di quà parallelo al filo, la sua declinazione occidentale decresce e s' annulla, compiuta che si è l' intiera rivoluzione del filo.

Ho voluto descrivere quest' esperienza al disteso, onde si scorga che i movimenti, i quali prende l' ago, sono del tutto conformi a' principj della meccanica applicati a due forze che producono movimenti oscillatorj, siccome sono appunto le due nostre, la elettrica e la magnetica, per la composizione delle quali si manifestano questi fenomeni. Essi sono quelli stessi che s' avrebbero, se alla direttrice elettrica si sostituisse l' azione d' un ago calamitato; altro quì invero non essendo l' effetto delle correnti elettriche, che d' obbligare l' ago a situarsi perpendicolarmente al filo col suo mezzo davanti al medesimo: il che produce i fenomeni d' accostamento i quali equivalgono, senza esserlo, alle attrazioni dei due poli d' una calamita (§. 3).

33. Esperienza IX. Non sotto, ma sopra del mezzo dell' ago d' esperienza si presenti similmente il filo congiuntivo, onde il braccio boreale riguardi la destra dell' osservatore; sarà la direttrice elettrica rovesciata (§. 14), cioè

diretta com' era nella precedente esperienza, dappoichè al filo s' era fatto fare mezza rivoluzione; e però l' ago dovrà prendere, e tosto infatti si vede prendere quella posizione, che a tale direzione della direttrice elettrica spetta: e girato il filo, alla prima semirivoluzione corrispondono le declinazioni occidentali, ed alla seconda le orientali, le quali appartengono nella detta esperienza alla seconda e prima rivoluzione.

34. In quest' esperienze similmente declinano gli altri aghi: il galleggiante tostochè si comincia a girare il filo congiuntivo, e gli altri, dappoichè il filo ha percorso una porzione di spazio più o meno grande, secondo che sono più o meno pesanti, o più o meno impediti dalla sospensione.

In queste posizioni del filo gli aghi non hanno movimento, che nel loro piano orizzontale, poichè, essendo le azioni delle due correnti elettriche eguali e dirette dalla medesima parte, il momento della risultante di esse è annullato o dall' acqua, o dal filo, o dalla punta, o dall' asse che li sostiene. Non può però avere, e non ha l' ago d' esperienza e quello a filo, questo solo movimento nelle rivoluzioni laterali del filo congiuntivo. In queste non solo essi declinano nel piano parallelo al movimento del filo, ma tendono anche ad accostarsi al medesimo per la ragione già altrove indicata (§. 16), e come lo prova questa.

35. Esperienza X. Presentato in qualsivoglia direzione obbliqua all' orizzonte perpendicolarmente al mezzo dell' ago d' esperienza il filo congiuntivo in modo che il braccio boreale sia alla sinistra dell' osservatore, e girato in un piano parallelo all' asse magnetico, se si riesce a tenere il suo centro di moto dirimpetto al filo, s' osservano due movimenti. Primo, girando il filo da destra a sinistra il braccio boreale dell' ago, per quanto la sua gravezza e la sua sospensione il permettono, durante la prima semirivoluzione inclina sotto o sopra la sua naturale posizione nel piano parallelo al filo, secondo che nel principio dell' esperienza il polo resinoso è sopra o sotto dell' ago; ed al contrario, mentre si fa la seconda semirivoluzione: e massima è la sua inclinazione quando il filo gli è parallelo. Secondo, fintanto che il polo resinoso del filo è al di sopra dell'ago, questo s' accosta parallelamente a quello, e se ne discosta, allorquando il detto polo è al di sotto, e tanto più da lungi, quanto meno il filo è distante dalla posizione verticale e normale all' ago, cosicchè l' ago rimane nel piano del suo meridiano nel solo caso, che il filo gli sia parallelo.

Avviene tutto l' opposto, ripetendo quest' esperienza col braccio boreale dell' ago alla destra dell' osservatore.

Onde vedere separatamente i due movimenti dell' ago nelle rivoluzioni verticali del filo, posi verticalmente una lastra di vetro, due in tre linee discosta dall' ago, e sulla superficie di essa a lui opposta feci girare il filo congiuntivo intorno ad un punto preso dirimpetto al mezzo del medesimo; e così potei assicurarmi della posizione di questa importante esperienza, la quale è una delle più difficili da farsi.

36. Che se il filo congiuntivo si giri intorno ad un punto che sia davanti a tutt' altro punto, che al mezzo dell' ago, s' osservano le stesse declinazioni, ma allora sono esse accompagnate da' fenomeni d'accostamento, discostamento del braccio o di rovesciamento dell' ago, conforme si vide ai §§. 20, e 29.

TERZA SERIE D' ESPERIENZE SPETTANTI ALLA POSIZIONE DEL FILO PARALLELA ALL' AGO.

37. Esperienza XI. Presentato nel meridiano magnetico parallelamente sotto e presso ad un ago qual si sia il filo congiuntivo col polo resinoso a nord, tosto il braccio boreale declina ad Oriente; e presentato similmente al disopra, declina ad Occidente, cioè a dire nell' una e nell' altra posizione del filo il braccio boreale declina a sinistra dell' osservatore, situato come si prescrisse al §. 1. Ad Oriente o ad Oc-

cidente, cioè a destra dell'osservatore declina il braccio australe, presentando il filo congiuntivo col polo resinoso, a sud di sotto o di sopra all'ago. La declinazione non è mai maggiore di 90 gr.

L'ago galleggiante, a pari circostanze, più che gli altri aghi declina; e movendo lentamente il filo lungo o parallelamente al meridiano magnetico nel piano orizzontale, l'ago gli tiene dietro, conservando invariabile la sua declinazione. A tal cimento si muove alquanto anche l'ago d'esperienza.

Queste declinazioni osservate per la prima volta distintamente dal professore Oersted sono, come si scorge, casi particolari della fondamentale esperienza VIII.; quelle cioè, le quali spettano al filo, quando, nel girarlo sotto o sopra dell'ago, si ferma nel meridiano magnetico col polo resinoso rivolto a nord o a sud. L'ampiezza loro dipende dalla distanza tra il filo e l'ago, dall'energia della forza elettromotrice, dall'inerzia degli aghi e dagli ostacoli che questi incontrano nel muoversi intorno ai punti della loro sospensione. Ma siano quanto si vogliano favorevoli le circostanze perchè si manifestino, il massimo di declinazione è sempre minore d'un angolo retto: nè mai di vero più lungi del meridiano vedesi arrestare l'ago dopo avere, com'è solito, oscillato intorno alla posizione d'equilibrio tra le due direttrici, l'elettrica e la magnetica (§. 14).

38. Esperienza XII. Accostisi il filo congiuntivo col polo resinoso a nord per di sotto all'ago d'esperienza sino a toccarlo : il braccio boreale declina, come è detto, ad Oriente. Se il contatto si fa nel punto della sospensione, l'ago più declinato, che prima, sta in equilibrio, e così rimane, innalzando delicatamente il filo; ciò nulla ha di particolare: se il contatto succede un po' di là dal mezzo dell'ago, cioè in un punto del braccio australe, sollevato il filo, il braccio boreale, come è naturale, discende; ma il particolare è questo; gira da destra a sinistra sotto il filo, prende la declinazione occidentale, ed il mezzo dell'ago s'accosta al filo; ch'è quanto a dire segue il movimento circolare, da cui è rapito il suo magnetico per l'eccesso del momento della corrente vitrea su quello della resinosa. Se poi il contatto si fa al di quà del mezzo dell'ago, allora è, per contraria ragione, l'estremità australe quella la quale s'abbassa, e da sinistra a destra va sotto il filo, strascinatavi dalla corrente resinosa.

Lo stesso si osserva, sperimentando sull'ago a filo; e certo si osserverebbe negli altri aghi se la maniera onde sono sospesi non l'impedisse. Dal che si scorge che anche a queste posizioni del filo, come già si è potuto vedere a tutte le altre, l'ago si muove o tende a muoversi a fine di portare il suo braccio boreale

alla sinistra dell'osservatore, alla quale il dirige e ritiene l'impeto della corrente vitrea.

39. Esperienza XIII. Col polo resinoso a Nord s' affacci da Occidente parallelamente all' ago d' esperienza nel piano orizzontale del medesimo il filo congiuntivo, e se gli vada a poco a poco avvicinando: avviene che il braccio boreale inclina nel piano verticale, cioè declina alla sinistra dell' osservatore, abbassandosi sotto l' Orizzonte, ed al tempo stesso l' ago s' accosta parallelamente al filo. Allorchè poco da lui discosta, se accade, come è facilissimo ad accadere, che il mezzo dell' ago non sia giustamente dirimpetto al filo, osservasi un suo braccio dare una giravolta, il boreale da destra a sinistra, l' australe da sinistra a destra, e quello portarsi sotto, e questo sopra il filo, e scorrere di traverso al medesimo sino a che il mezzo dell' ago giunga quasi a toccarlo.

Ripetuta quest'esperienza da Oriente, il braccio boreale declina pure a sinistra, cioè s' innalza sopra l' orizzonte, e l' ago accorre parallelamente al filo; ma se il suo mezzo non gli è di rincontro, o il braccio boreale sopra, o l' australe sotto di quello, girando si porta.

Quest' esperienza è, come si vede, un caso dell' esperienza X., allorchè, girato il filo ne' due piani verticali, si ferma nel piano orizzontale dell' ago; e tanto del declinare a sinistra, quanto del rivolgersi l' ago d' intorno al filo la ca-

gione è riposta nelle due spirali correnti elettriche.

40. A questa prova l' ago a filo similmente inclina, dà segno d' accostamento e prossimo al filo congiuntivo una delle sue estremità rivoltasi sopra o sotto del medesimo. All' ago galleggiante l'acqua, per lo più, non permette d' inclinarsi; mi è però alcune volte avvenuto d' osservare, particolarmente quando la forza elettromotrice era gagliarda, che, abbassatosi l' ago da una parte, si sommergesse nell' acqua. Poco inclina nel piano verticale l' ago a perno, e di molto non può egli inclinare a cagione di dover egli stare bilicato sopra il perno.

Che qualche poco a tal cimento quest' ago inclini, è pure osservazione del Fisico danese, il quale a questo proposito soggiunge che l'ago non declina, cioè a dire non sorte dal piano verticale che passa pel suo asse magnetico: nè può egli sortirne, venendo dal perno elisi i momenti delle correnti elettriche, le quali al piano del filo tendono ad accostare con pari forza le sue braccia. Per la stessa ragione non declina l'ago ad asse mettendogli parallelamente davanti il filo congiuntivo nel piano della sua rotazione. Dal che ne segue, non essere ragionevol motivo di riprovare, come alcuni riprovano, l'idea dell' attortigliamento spirale delle due correnti intorno al filo, il non vedere a tale esperienza declinato l' ago a perno, nè quello ad asse.

41. Esperienza XIV. Col polo resinoso a Nord, presentato parallelamente di quà e di là ad un ago calamitato il filo congiuntivo in un piano inferiore o superiore e parallelo al piano orizzontale di esso, avviene questo: presentato il filo nel piano inferiore, il braccio boreale d'ogni ago declina ad Oriente, nel piano superiore ad Occidente; che è quanto a dire alla sinistra dell' osservatore da qualunque lato se gli presenti il filo: e però il suo declinare è quello dell' esperienza XI., e medesima ne è la cagione.

42. L' ago galleggiante non appena declinato corre al filo, sopra o sotto di esso fermandosi, quando il suo mezzo al medesimo corrisponde. Lo stesso fa l' ago d' esperienza, e tenta di fare quello a filo, ognuno sforzandosi, per quanto può, di prendere la posizione d' equilibrio tra le due direttrici. In simil modo declina pure l' ago inclinatorio, ed ogni altro tenuto fuori dal meridiano magnetico con calamita od altro mezzo, avvicinando ad un loro lato parallelamente il filo congiuntivo in piani paralleli di quà o di là da quello della loro non impedita rotazione.

43. Che gli aghi sospesi orizzontalmente a tali posizioni del filo declinino e nel modo che quì è detto, fu pure dato a vedere dall' Oersted.

APPENDICE A QUESTE ESPERIENZE.

44. Molte di quest' esperienze sono state per me riscontrate, servendomi d'un elettromotore composto di dieci elementi eguali a quello sopra descritto (§. 13), allo stato di rendere incandescente un pollice e mezzo di sottil filo di platino, e di elementi di piccolissima dimensione, uno dei quali aveva in tutto di superficie metallica un po' men d'un pollice quadrato; e adoperando per filo congiuntivo, fili sottili di platino, d'oro, d'argento, di ferro, e fili d'ottone e di rame presi da gavette d'ogni numero: di questi ultimi feci una volta il filo congiuntivo della lunghezza di 10 metri, sostenuto da legni, teso da corde, e piegato in più e diverse maniere; e potei assicurarmi, che nè per diversa grandezza dell'apparato voltiano, nè per differenza di metalli, nè per varia lunghezza e grossezza de' fili, nè per esser questi o no isolati cangiano le direzioni de' movimenti degli aghi, la grandezza ed ampiezza de' quali più alla velocità, che alla piena delle correnti mi parve rispondere.

45. A me pure non è avvenuto di trovare corpo che, frapposto tra l'ago ed il filo congiuntivo, intercetti l'azione di questo su di quello. Il che avendomi permesso di tenere colle mani il filo, e di applicarlo e girarlo a piacer mio d'attorno all'ago, mi rendette as-

sai facile e comoda l' operazione dello sperimentare, ove l' intensità elettrica non salì al grado da riscaldare tanto il filo, che scottasse.

46. Dirò anche che a me non è stato dato d' osservare simili movimenti in aghi di sostanze non suscettibili di calamitarsi sensibilmente co' metodi ordinarj, quantunque del mio apparato energica fosse al maggior grado l' azione.

47. A fine di vedere sin dove giunga la somiglianza dell'azione del filo elettrizzato a quella d'un corpo calamitato, costruii un ago magnetico in tal modo. Da una stretta molla d'orologio tagliai dodici eguali lastrine, lunga ciascuna un pollice e mezzo; e calamitate tutte egualmente col metodo del doppio contatto per mezzo dell'apparato del Knight, le fissai sulla superficie d'un cilindro di legno del diametro d'un pollice, perpendicolari all' asse del medesimo, distanti l' una l'altra mezzo pollice, e coi poli dello stesso nome dalla stessa parte e nella stessa linea. Da tale costruzione si scorge che l' azione risultante da tutte le calamite tiene in alcun modo le veci della direttrice elettrica, al fluido vitreo della quale corrispondono i poli boreali, ed al resinoso i poli australi. Chiamata faccia superiore del cilindro magnetico quella coperta dalle calamite, ed inferiore l' opposta; immaginato diviso il cilindro da due piani normali, uno il quale passi pel mezzo di ciascuna faccia, e l' altro per i poli delle ca-

lamite; nominato lato boreale d' ogni faccia quello, ove è la linea che unisce tutti i poli boreali, ed australe l'altro; e supposto che ad ogni appressamento del cilindro all' ago l' osservatore si collochi in modo da vederne la faccia superiore col lato boreale a destra, e tra questa e sè l' ago (nella quale situazione egli si troverà rispetto al cilindro magnetico siccome si prescrisse doversi mettere rispetto al filo elettrico), dalle note leggi della reciproca azione tra corpo e corpo calamitato, e dalla maniera onde sono disposte sul cilindro le calamite, non è difficile il prevedere in quali posizioni il cilindro magnetico debba muovere l' ago similmente, che il filo elettrico, ed in quali diversamente. Lo muove similmente in tutte le posizioni parallele all' ago, quando però in ciascuna di esse il mezzo della faccia superiore sia dirimpetto all' ago: che se questa condizione non ha luogo, e se, posto il cilindro in una determinata situazione, in questa si giri intorno al suo asse, la declinazione dell' ago ora si fa a sinistra, ora a destra, e due volte è nulla; una quando pel meridiano magnetico passa il lato boreale, l' altra quando pel medesimo vi passa l' australe. Il che avvenendo, il polo sud dell' ago nel primo caso, nel secondo il polo nord s' avvicina al cilindro, e vi s' attacca. A tali variazioni non va punto soggetto l' ago per la presenza

del filo elettrico. La declinazione sua è costante sì nell'ampiezza, che nella direzione, qualunque sia il lato del filo che nella stessa situazione se gli affaccia. Anche ad ogni posizione perpendicolare girato il cilindro magnetico attorno all' asse suo, un braccio dell'ago quando è attratto, quando rispinto, e due volte rimane nel meridiano; e vi rimane allorchè il cilindro presenta all'ago il mezzo d' una delle sue faccie. In tale posizione messo il filo elettrico e girato, l'ago come incominciò, così prosegue ad accostarsi o discostarsi, durante l'intera rivoluzione del filo. Non può dunque compararsi l' azione del filo congiuntivo i poli dell'apparato voltiano a quella d' un cilindro magnetico, quale è quello quì ora adoperato.

Queste ed altre esperienze comparative che si possono fare, con quelle apportate sin da principio (§§. 3, 4), mostrano a non poterne dubitare, che le forze, le quali agiscono sulle braccia dell' ago, sono sparse egualmente, come per tutta la lunghezza, così tutt' all' intorno del filo congiuntivo.

SOMMARIO DELL' ESPERIENZE FINORA APPORTATE.

48. Quest' esperienze, ciascuna delle quali mostra per intero l'azione del filo congiuntivo, e queste loro cagioni, corrispondendosi e con-

fermandosi l'una l'altra, rendono agli occhi miei chiaramente provato a due eguali e contrarie correnti doversi attribuire i movimenti, che prendono gli aghi calamitati alla presenza del filo il quale congiunge i poli dell'elettromotore del Volta.

Lo studio onde col discorso mi sono ingegnato di dichiarare, in qual modo comincino le due correnti elettriche ad attortigliarsi d'attorno al filo, ove s'esamini con severità filosofica, forse non finirà di persuadere. Questo sfavorevole accoglimento mi farà avvertito che, così discorrendola, non ho dato nel segno; ma se altra ipotesi non mi si proponga, che tutte, siccome questa, comprenda le particolarità e gli accidenti de' singolari fenomeni elettro-magnetici, non sarà cosa sì facile, che io m' induca a rinunziare all'idea di attortigliamento delle due correnti elettriche, il quale manifestamente è indicato dai costanti e certi movimenti degli aghi calamitati.

Volendo or quì dare di tutte l'esperienze finora apportate il netto, pare a me che si possano sommariamente comprendere in queste semplicissime espressioni.

49. 1.° *Filo congiuntivo perpendicolare all' ago: tra i due centri d' azione, l'ago s' accosta al filo: tra un centro d' azione e l' asse magnetico prolungato, se ne discosta, ogni qual volta il braccio boreale è alla sinistra dell' os-*

servatore: il contrario, qualunque volta il detto braccio è alla destra. Nell'uno e nell'altro caso, se l'ago può prendere movimento di traslazione, egli porta il suo mezzo a contatto col filo, ed il suo braccio boreale a sinistra dell'osservatore, quando a questa parte non sia di già rivolto.

50. 2.ª *Filo congiuntivo obbliquo all'ago: il braccio boreale si dirige o tende a dirigersi a sinistra, l'ago accosta o tende ad accostare il suo mezzo al filo, e prende o tenta di prendere posizione d'equilibrio tra il meridiano magnetico e la perpendicolare al filo.*

51. 3.ª *Filo congiuntivo parallelo all'ago; il polo nord declina a sinistra, il polo sud a destra, quando dalla parte di quello o di questo è il polo elettrico resinoso; la declinazione non è mai maggiore di 90 gr.*

Da quest'espressioni e da tutte insieme l'esperienze ho dedotta la più generale espressione, la prima legge (§. 1).

ESPERIENZE VARIE
LE QUALI O SI RIFERISCONO ALLE PRECEDENTI, O SI SPIEGANO COGLI STESSI PRINCIPJ.

52. Spezzato il filo congiuntivo, in due parti, frapposta alle sue estremità una piastra o cilindro di metallo, e tirata sulla superficie metallica una linea retta tra i due estremi del filo

che primi la toccano, questa linea muove l'ago similmente che il filo: ma più lungi, che l'azione di questo, s'estende l'azione di quella da ambe le parti della detta superficie metallica, talchè si può ella prendere per l'asse d'un cilindro turbinoso schiacciato su quella superficie (§. 7). Io ne ho preso le prove su diversi cilindri e piastre di rame, d'ottone, di zinco, di stagno in foglia ed in fettuccie di varia larghezza e lunghezza, ed anche sulla superficie del mercurio. Purchè l'unione di questi metalli co' poli elettrici fosse fatta mercè di fili metallici o per pochi punti di contatto, i fenomeni non restarono di manifestarsi, come ho dichiarato; ma mancarono essi, quando la piastra, la quale compiva l'àrco, era ampiamente congiunta a' metalli elettromotori, e me ne assicurai così.

Saldata a stagno l'estremità d'una piastra di rame, lunga pollici 15, all'estremità d'un' altra piastra di zinco, ambedue 4 pollici larghe, e piegata la prima in modo che l'estrema sua porzione facesse da elettromotore e la rimanente da conduttore, al presentare questa all'ago, non ebbi che deboli ed insignificanti oscillazioni.

53. Divisai anche di spezzare, per così dire, in due porzioni il liquido conduttore e di congiungerle con un filo metallico, onde vedere da' proposti principj la conseguenza che ne

deriva: dovere in questo le correnti elettriche avere direzione contraria a quella che hanno nel filo congiuntivo. A tal fine attaccai all' estremità d' un filo d' ottone due eguali piastre, una di rame, l' altra di zinco, e queste immersi in due truogoli pieni dello stesso liquido: altre due piastre di rame, attaccate esse pure all' estremità d' un altro filo d' ottone, tuffai ne' medesimi truogoli, tenendole separate da quelle con pezzetti di legno; e sperimentando, osservai, i movimenti dell'ago prodotti da uno de' fili esser eguali, ma contrarj a quelli prodotti dall' altro.

54. Piegato il filo congiuntivo ad angolo, e presentato il mezzo del piano angolare perpendicolarmente ad un braccio dell' ago galleggiante col vertice sotto e col polo resinoso ad Occidente, l' ago non declina, ma veloce accorre al piano, cioè a nord o a sud, secondo che quel braccio è il boreale o l' australe, e si ferma allora quando il suo mezzo è dirimpetto al vertice dell' angolo; e tanto più rapido è il suo muoversi, quanto più acuto è l' angolo fatto dalle due porzioni del filo.

Permutati i poli elettrici, o presentato l' angolo col vertice al di sopra dell' ago, questo fugge. Che se non si faccia rispondere il mezzo del piano all' ago, allora il braccio s' accosta al lato dell' angolo il più vicino o se ne discosta.

Lo stesso è a questo cimento, ma non così libero il muoversi dell'ago d'esperienza.

Quì le due porzioni del filo congiuntivo piegate ad angolo producono l'effetto che si avrebbe, ripetendo l'esperienza III. o V., e la contraria dell'una o dell'altra con due fili congiuntivi alla volta, posti ad angolo similmente di quà e di là dall'ago. Tanto sulle superficie di questi, come sulle superficie delle due porzioni del filo piegato, volte all'ago, essendo le spirali della corrente vitrea tutte dirette a nord, e quelle della resinosa a sud, chiaro si vede che è la risultante di queste spirali quella che produce il rapido muoversi dell'ago verso o contro l'una e l'altra parte. L'accostamento poi e il discostamento dell'ago, quando non è nel mezzo del piano angolare, procede dalla cagione già più volte assegnata.

55. Con un filo metallico girato d'attorno ad un cilindretto fatta una spira o voluta di 15 in 20 anelli, poco distanti l'un l'altro, si pieghino l'estremità rettilinee del filo a squadra coll'asse della spira, e si fermino a'poli dell'apparato voltiano. Se si pon mente che nella prescritta situazione dell'osservatore, le spirali della corrente vitrea sono sulla faccia davanti del filo perpendicolari ad esso e dirette da destra a sinistra; agevolmente si scorge, esser esse tutte entro la spira metallica presso che parallele all'asse della medesima, ed avere la

stessa direzione verso il polo resinoso o vitreo se gli anelli della spira piegano a sinistra o a destra; e contrariamente dirigersi le spirali della corrente resinosa. Da ciò segue, che se si presenterà al braccio boreale o australe d'un ago calamitato quel capo della spira, ove ingorgano le spirali della corrente vitrea o resinosa, dovrà l'ago da lungi e con furia essere rapito entro la spira, ed in essa fermarsi tosto che sulle sue braccia le azioni risultanti da ambe le spirali elettriche s'eguaglieranno. Questo che da' proposti principj è da aspettarsi, avviene d'osservare a chiunque si fa a provarlo in alcuno di questi modi.

56. Entro la cavità d'un cannello di vetro, il quale senza stento possa muoversi avanti e indietro nella spira metallica, si ponga un ago da cucire ben calamitato, al movimento del quale non sia d'ostacolo, che la naturale gravezza e lo sfregamento sullo stretto canale di vetro. Disposta la spira orizzontalmente, s'introduca in essa il cannello. Se gli anelli della spira piegano a sinistra ed il polo boreale dell'ago riguarda il polo elettrico resinoso, sia l'ago di quà, sia di là dalla spira, ad una distanza di circa un pollice egli accorre tutto dentro la medesima sì veloce, e sì presto si ferma, che appena s'ha tempo d'osservare le poche oscillazioni che fa nel prendere la posizione d'equilibrio. Allora mosso il cannello avanti e in-

dietro, l'ago, nulla partecipando al moto di esso, si rimane nella stessa situazione. Che se il polo boreale dell' ago anzi che al polo resinoso sia rivolto al vitreo, l'ago in vicinanza della spira fugge. Avviene però alle volte, e massime allora che la forza elettromotrice è intensa, che in questo caso pure l'ago entro la spira s'introduca; ma quando ciò accade, sempre si trova, essersi i poli dell'ago rovesciati. Si manifestano gli stessi fenomeni se, avendo la spira gli anelli piegati a destra, si presenti l'ago ad un capo di essa col polo boreale, prima rivolto al polo vitreo, poi al polo resinoso.

57. Nè per osservare questi fenomeni è mestieri di cannelli di vetro: basta presentar l'ago tenuto leggermente tra le dita ad uno de'capi della spira per vederselo rapire, e perchè tutto si nasconda entro la medesima.

58. Anche l'ago d'esperienza è strascinato nell'interno della spira e ritenutovi con forza. Bello è poi il vedere come tra un anello e l'altro cerca egli d'introdursi o tutto o parte nella spira, quando a lui s'accosta l'esterna superficie di essa, avendola in prima allungata alquanto.

ESPERIENZE SUL MOVIMENTO DEL FILO CONGIUNTIVO ALLA PRESENZA D' UN CORPO CALAMITATO O D' UN ALTRO FILO CONGIUNTIVO.

Fin quì, e forse più di quello, che all'uopo facesse, ho detto de' movimenti degli aghi calamitati alla presenza del filo elettrizzato dall' elettromotore del Volta. Ora soggiungerò alcuna cosa su' movimenti, che può prendere il filo congiuntivo per la prossimità d'un corpo calamitato, o d'un altro filo congiuntivo.

59. Poco ci vuole ad intendere che, accomodato il filo congiuntivo o porzione di esso in guisa che possa con qualche facilità muoversi, al presentargli un corpo magnetico, egli deve concepire movimenti simili, ma contrarj a quelli i quali esso, tenuto immobile in una certa posizione, induce ne' movevoli aghi calamitati. Imperciocchè se il muoversi d' un ago calamitato proviene dall'essere i suoi magnetici trasportati nella direzione delle rispettive correnti elettriche, chiaro s'intende che, allorquando l'ago è immobile e mobile il filo, i fluidi di quello divengono ostacolo insuperabile al moto ed al passaggio de' fluidi di questo, e però nell' urto della corrente elettrica contro il magnetico, che gli è d'inciampo, deve il filo retrocedere, e se può egli girare intorno al suo asse, prender, come la mosca o stella

elettrica, movimento rotatorio in direzione contraria a quella della corrente, la quale incontra nel suo cammino impedimento. Laonde tenendo dietro al corso che intorno al filo hanno le correnti elettriche, e ponendo mente alle posizioni de' centri d'azione del corpo calamitato che gli si presenta; i movimenti del filo congiuntivo, nel piano orizzontale, qualunque sia a' punti cardinali la sua direzione, dovranno farsi, per rispetto all' osservatore collocato alla sua estremità resinosa, con tal ordine:

POSIZIONI.

Calamita perpendicolare al filo congiuntivo.

I. Polo boreale sopra	a destra a sinistra	moto del filo	. . . . a destra
II. . . . . sotto	. . . .		a sinistra
III. Polo australe sopra	a destra a sinistra	moto del filo	. . . . a sinistra
IV. . . . . sotto	. . . .		a destra
V. Mezzo dell' ago	sopra sotto	il filo, questo non si muoverà	

Calamita parallela al filo
coi poli boreale e resinoso dalla stessa parte.

VI. sopra, il filo declinerà a destra
VII. sotto . . . . a sinistra

60. Mentre andava in traccia del modo di verificare queste deduzioni, mi pervenne la

notizia della delicata esperienza del Signor De la Rive. Preparato tosto l' anello elettrico galleggiante, mi posi a sperimentarlo; e vidi che i fenomeni da lui qualificati per attrazioni e ripulsioni erano quelli proprj alla II. e IV. posizione del corpo calamitato; ed osservai di più, che ne' casi di ripulsione, allontanatosi l' anello alquanto dal polo magnetico, se questo s' accostava un poco più ad un suo braccio che all' altro, l' anello giravagli attorno, e fatta mezza rivoluzione s' avvicinava all' ago, lo accavalciava, lungo il medesimo scorreva prima veloce, poi lento, e fermavasi verso il mezzo di esso. Del che non maravigliai, essendo a questa prova il filo abbastanza libero da potere concepire movimento rotatorio.

61. Nel ripetere quest' esperienza, mi venne in mente di fare quest' altra. Presi un sottil filo di rame, lungo 5 pollici, e col mezzo di due strettissime fettuccie di sottilissima stagnola, lunghe 4 pollici, lo sospesi per le sue estremità all' estremità di due altri fili di rame attaccati ai poli dell' elemento voltiano: ebbi così un filo congiuntivo, di cui una porzione era atta a prendere movimento orizzontale. Presentato a questa spranghe magnetiche in ciascuna delle sopra accennate posizioni, trovai rispondere fedelmente gli effetti a quelli preveduti, e tanto più muoversi e declinare il filo, quanto più forte era del corpo calami-

tato la virtù: da lungi poi essere egli attratto e rispinto, conforme agli stessi principj, affacciandogli, uno sopra, l' altro sotto, i due poli d' una forte calamita della forma di ferro da cavallo. Per tutte le quali cose si dee, in quanto ai movimenti del filo congiuntivo, stabilire questa legge: *Tende a portarsi il filo congiuntivo a contatto col mezzo dell'ago con tal moto o direzione, che il braccio boreale dell' ago riesca alla sinistra dell' osservatore e poco men che perpendicolare al braccio resinoso del filo*. La qual legge è, come si scorge, la I. (§. 1), attribuendo al filo mobilità, all' ago immobilità.

Fa la Terra, come dalla più parte de' fisici si crede, le veci d' un gran corpo calamitato. Io per tale quì la tengo, e però riguardo il suo polo magnetico australe, corrispondente al boreale dell' ago, come quello che è d' ostacolo all' elettrico vitreo. Data e concessa questa idea dalla legge ora annunziata conseguita, che abbandonato a se stesso il filo congiuntivo in qualsisia punto della superficie terrestre, egli dovrà e disporsi perpendicolarmente al meridiano magnetico col suo polo resinoso all' Occidente sì che il polo australe della Terra riesca alla sinistra dell' osservatore, e portarsi ruzzolando all' equatore magnetico. Or la prima di queste deduzioni è verificata dall' ingegnosissime esperienze del Sig. Ampére: non così la seconda,

e ognun vede non essere per esperienza cosa da potersi osservare. Dal che si scorge che senza immaginare correnti nella direzione del corso giornaliero del Sole, i principj ch' hanno servito a spiegare gli altri fenomeni, rendono ragione anche di questo, il quale per altro esige che l' atmosfera magnetica della Terra arrivi all' atmosfera elettrica del filo (§. 6).

Da quanto ho detto in questo e nel §. 55 s' intende il perchè s' accosta o discosta la spira metallica galleggiante del Sig. De la Rive, avvicinando ad un suo capo l' uno o l' altro polo d' una calamita: come pure la ragione si vede dell' attrazioni e ripulsioni che manifesta un ago calamitato alla presenza del filo congiuntivo, di cui una parte sia entro la cavità d' un cilindro di vetro, e l' altra a spira s' avvolga sulla superficie del medesimo, siccome osservato ha il nominato Sig. Ampére.

Dopo tutto questo non sarà difficile prevedere quali movimenti si desteranno ad un tempo e nell' ago calamitato e nel filo congiuntivo, quando mobili entrambi, si metterà l' uno davanti all' altro: e agevolmente si scorgerà che tutti i fenomeni, i quali indicano una reciproca azione tra questi due corpi non sono che il risultamento dell' impulsione degli elettrici, e dell' opposizione de' magnetici.

62. Con due eguali elementi voltiani, provveduti, come ho detto nel §. precedente, di

simili ed eguali porzioni mobili del filo congiuntivo, tentai d'osservare le loro reciproche attrazioni e ripulsioni; ma di questi fenomeni io non ebbi che deboli indizj. Non è per questo che io li metta in dubbio; chè anzi tengo per certo, i fili congiuntivi di due potenti elettromotori aversi ad accostare l'un l'altro, allorchè parallelamente s'avvicinano co' poli dello stesso nome, dalla stessa parte; ed al contrario ad allontanare, quando s'accostano co' poli di nome diverso. Imperciocchè in ambedue i casi, a cagione della prossimità in che vogliono essere posti i fili onde tali fenomeni si manifestino, l'atmosfera dell'uno s'estende più che la metà nell'atmosfera dell'altro. Or nel primo caso gli anelli spirali delle correnti dello stesso nome volgono per lo stesso verso attorno ai due fili, e però sono di già in parte incanalati nello stesso cammino; debbono dunque, collo strascinarsi l'un l'altro, incanalarvisi del tutto: e questo importa, che i due fili s'avvicinino. Nel secondo caso scorrono i detti anelli spirali, quelli d'un filo per un verso, e quelli dell'altro per lo contrario, e però nell'incontro urtandosi e premendosi debbono retrocedere, e con essi i fili, intorno a' quali s'avvolgono. Con ciò a me pare che si possa rendere ragione de' fenomeni, che il Sig. Ampére, scuopritore de' medesimi, attribuisce a semplici correnti di elettricità lungo i fili co-

spiranti o contrarie: e per questo dico, che due fili congiuntivi s'avvicinano quando gli anelli spirali degli elettrici dello stesso nome s' aggirano intorno àd essi per lo stesso verso; e s' allontanano quando vi s' aggirano in senso contrario.



ESPERIENZE

INTORNO ALLA VIRTÙ

CHE HANNO DI CALAMITARE L'ACCIAJO

I FILI DI METALLO

ELETTRIZZATI.

---

63. Si sa quanto poco si richiede perchè i magnetici combinati nelle verghe di ferro e d'acciajo si disuniscàno, si raccolgano, si addensino e si fissino all'estremità di esse. Ora se le due contrarie ed eguali correnti elettriche sono valevoli ad agire su' già disuniti e sciolti, rapendoli e trasportandoli con tal impeto da muovere i pigri e pesanti aghi ai quali stanno attaccati, e perchè non saranno anche possenti a levarli dallo stato di combinazione, in che naturalmente sono in un filo d'acciajo? E non equivale egli la loro azione allo strofinarlo, una di quà, l'altra di là dal mezzo agli estremi e tutto all'intorno, siccome appunto è d'uopo che si strofini con due calamite, se si vuole che prenda a dovere la virtù magnetica? Questo concetto più cose presuppone: primo, che riuscendo mercè dell'elettrizzamento a ca-

lamitare, la polarità non abbia relazione se non se alle direzioni delle correnti elettriche; e però divenga costantemente boreale quel braccio del filo d'acciajo, il quale si trova nel cammino della corrente vitrea, ed australe l'altro: secondo, che, a parità di circostanze, più fortemente si calamiti un filo d'acciajo collocato nella direzione della direttrice elettrica, che posto obbliquamente ad essa: terzo, che, se a tenere gli aghi calamitati fuori della loro naturale posizione si richiede una cagione permanente, quale appunto è l'azione elettrica del filo congiuntivo i poli dell'apparato voltiano, perchè gli aghi non calamitati diano segno di polarità, bastar può anche una cagione momentanea purchè energica, come è la scarica d'una boccia di Leyden, ovvero del gran conduttore del Volta, la quale si faccia passare pel filo di metallo, presso cui sia posto l'ago da calamitare; o come è l'azione d'una corrente elettrica debole sì, ma multiplicata mercè gli anelli della spira metallica, entro la quale sia collocato il filo d'acciajo. Or queste supposizioni sono appieno verificate per molte esperienze; valgano per tutte le altre queste poche.

64. Posto un sottil filo d'acciajo perpendicolarmente sopra o sotto al filo congiuntivo dell'elemento voltiano col suo mezzo a contatto col medesimo, o da esso poco distante, in un momento egli si calamita, si porta al

filo congiuntivo e a questo rimane attaccato: ed esplorandolo ad un sensibile ago calamitato, si scuopre essere boreale quella sua estremità, la quale rivolta era alla sinistra dell' osservatore, cioè quella che si trovava nella direzione della corrente vitrea (§. 9). Rovesciati i poli elettrici, o l' ago di già calamitato, si rovesciano di questo i poli.

Ma per indurre magnetismo negli aghi sottili da cucire col mezzo dell' elemento voltiano fa di bisogno che l' azione elettrica del suo filo congiuntivo sia la più energica possibile. Io non sono riuscito a calamitarli sensibilmente ed a permanenza, che nel caso del filo scottante e del liquido effervescente, qualunque poi fosse la posizione e la direzione di esso filo congiuntivo.

65. Dopo ciò non è da maravigliarsi che la limatura del ferro accorra e s' attacchi al filo congiuntivo: sono le sue particelle siccome piccoli aghi i quali, all' azione elettrica divenendo altrettante calamite, al filo s' attaccano, e tra loro s' attraggono. Ed io osservato ho questo fenomeno adoperando fili e d'ottone, e di rame, e d' argento, e d' oro, e di platino.

66. Con pezzetti di cera disposi intorno ad un filo di rame otto aghi da cucire, due orizzontali, due verticali, e gli altri obbliqui all' Orizzonte, distanti ciascuno dal filo una buona linea, e più e meno tra loro; feci passare pel filo la scarica d'una bottiglia di Leyden di mezzo

piede d' armatura: e rinvenni l' estremità di ciascun ago rivolta alla mia sinistra (collocatomi per rispetto a ciascun di loro nella prescritta situazione) (§.1) avere preso magnetismo boreale, e l'altra l' australe.

Similmente trovai calamitarsi i più grossi aghi da cucire, mettendogli comunque di traverso al filo scaricatore, cioè a dire in tutte quelle posizioni, nelle quali le correnti elettriche scorrer possono direttamente o obbliquamente dal mezzo agli estremi degli aghi.

Se tanto si può colla scarica d' una semplice e piccola bottiglia, non è mestieri che io quì descriva esperienze, le quali col medesimo successo ho fatte e ripetute, valendomi d' una batteria elettrica di sei boccie, ciascuna d'un piede e mezzo d' armatura.

67. Collocato un ago trasversalmente ad un filo di rame, tentai calamitarlo, provocando per alcun tempo col filo la scintillazione del conduttore della macchina. Questo conduttore aveva una superficie di poco più che due piedi quadrati, le scintille si cavavano da esso alla distanza di un buon pollice; si aveva il filetto elettrico continuo ad un quarto di pollice: con tale apparato non mi riuscì d' indurre nell'ago sensibil virtù magnetica. Ma penso, anzi tengo per certo che con una macchina più potente, che quella da me adoperata, particolarmente se provveduta sia del capacissimo conduttore

del Volta, abbiansi anche colla semplice scintillazione a calamitar gli aghi, siccome si calamitano colla scarica della bottiglia.

E però raccogliendo i risultati di queste e molte altre simili esperienze, si possono essi comprendere in questa espressione, la quale è la prima parte della seconda legge annunziata al §. 1.

68. *Posto uno o quanti si vogliano aghi d'acciajo in qualunque distanza tra loro, vicini e comunque di traverso ad un filo metallico, e fatto passare pel filo il torrente elettrico o dell' apparato voltiano, o della boccia di Leyden, in generale una piena dei due elettrici: gli aghi si calamitano; e l'estremità loro, rivolta alla sinistra dell' osservatore, presenta il polo nord.*

69. Da gran tempo; e però assai prima che pervenisse a mia cognizione l' esperienza del Sig. Moll, con la quale si mostra che, fatta passare la scarica d' una batteria elettrica attraverso un foglio di sottile stagnuola ben teso, compariscono presso al luogo della medesima, colpito dalla scintilla, due fori distinti con labbra contrariamente arricciate: io nelle pubbliche lezioni, là dove nel dar termine al trattato dell' elettricità pongo a confronto le due opinioni, la frankliniana e la symmeriana, soggiungo, potersi a sostegno della seconda adurre anche quest' esperienza.

Attaccato con cera un pezzetto di stagnuola all' uncino o bottone del conduttore d' una boccia di Leyden in modo che si veda rilevato il luogo del contatto, se si provoca la scintilla da questo luogo, s' apre nella stagnuola un foro visibilissimo, come se con una punta ottusa e scabrosa di grosso filo metallico fosse stata forata dal lato del conduttore. Che se la stagnuola s' attacca similmente all' anello o bottone dell' arco scaricatore, e si cava la scintilla, accostando la sua parte rilevata al conduttore della boccia, allora il foro nella stagnuola par fatto da una simil punta che l' abbia bucata dal lato dello scaricatore.

Questi due fori compariscono ad un tempo, se tanto l' estremità del conduttor della boccia, quanto quella dello scaricatore, a traverso le quali si fa passare la scarica, siano ricoperti di stagnuola.

70. Profittando quì di quest' esperienza, la quale non che insinuare due essere i fluidi elettrici, mostra anche che il vitreo viene dal conduttore, ed il resinoso dallo scaricatore, cioè quello dall' interno, questo dall' esterno della bottiglia, volli tentare, se potevasi da essa trarre alcun partito, onde scoprire quale dei due elettrici induce negli aghi il magnetismo boreale.

Fissai per ciò con cera, quando al bottone dello scaricatore, quando a quello della boccia

di Leyden, e più spesso a quello della sopra nominata batteria, l'estremità d'un ago d'acciajo, e la ricopersi con un pezzetto di stagnuola, distendendogliela addosso, onde distinguerne con la forma la posizione; e nell'eccitare la scintilla cercai ch'essa passasse di traverso all'ago e sortisse dalla sua estremità. L'esito che n'ebbi si fu questo: quando il foro comparve lungi dall'ago, questo non si calamitò; quando comparve sull'ago, ma attorniato da piccole punte o forellini incavati, rinvenni alcune volte l'estremità dell'ago debolmente calamitata, ora in un modo, ora nell'altro; ma quando riuscì nella stagnuola, il che fu ben di rado, unico il foro, e netto e verso l'estremità dell'ago, trovai questa, s'era stata fissata al conduttor della batteria, boreale; ed australe, s'era stata attaccata allo scaricatore.

Se da quest'esperienza è lecito inferire che l'elettrico vitreo induce magnetismo boreale, ed il resinoso l'australe; non si potrà dire essere privo affatto di fondamento lo specificare, siccome io ho fatto (§. 9), per vitrea la corrente elettrica, la quale ne' fili, congiungenti due parti d'un corpo diversamente elettrizzate, va da destra a sinistra; giacchè anch'essa, come si è veduto (§. 63), induce magnetismo boreale.

71. Fosse poi con la semplice scintillazione della mia macchina, fosse alla debola azione

elettrica del mio elemento, ch' io elettrizzassi la spira d' un filo metallico, entro alla quale fosse un ago d' acciajo; costantemente e sensibilmente rinvenni l'ago calamitato. Con la scarica della piccola boccia di Leyden potei altresì render magnetica permanentemente una bacchetta d' acciajo, lunga pollici 6, larga linee 4, alta 2; e con una seconda scarica più piena della prima, cangiarne i poli, cangiato avendo innanzi la posizione della bacchetta entro la spira.

Fatta più volte questa ed altre simili esperienze, sempre la polarità negli aghi si manifestò con quest' ordine: che boreale divenne quel braccio dell' ago, il quale collocato fu nella direzione delle spirali vitree, ed australe l' altro (§. 55).

Laonde volendo annunziare questo risultato da se, il quale poi unito all' antecedente forma la seconda legge (§. 1), si può e si deve esporre così:

72. *Posto un ago entro la spira d' un filo metallico, ed elettrizzata la spira o con la scarica d' una boccia di Leyden, o con la scintillazione del conduttore della macchina, o col torrente dell' elettromotore, l' ago si calamita; e l' estremità sua, rivolta al polo resinoso, diviene polo nord o sud, secondo che gli anelli della spira piegano a sinistra o a destra.*

CONCLUSIONE.

Certe, perchè dall'evidenza de' fatti comprovate, sono adunque le due Leggi, che da bel principio ho annunziato, le quali tutte comprendono gli effetti, ch' esercita l' azione elettrica de' fili di metallo sugli aghi calamitati e non calamitati. A scuoprirle e stabilirle sono pervenuto, ripetendo e variando in più modi l' esperienze altrui, e quelle che di mano in mano di per se, come avviene a chi tutta dedica la sua attenzione ad un oggetto, mi s' affacciavano alla mente. Tranne l'estensione che a' risultati delle medesime ho dato, io nulla detto ho, che non sia stato detto e ripetuto da altri. Niuno quindi vorrà farmi carico di non avere renduto l' uffizio di onorevole ricordanza al merito di lui. Prendasi, abbiasi ciascuno il suo; ma resti a me la piccola lode d' avere potuto aggiungere un poco di più a quel molto, ch' altri prima di me ha saputo rinvenire.

La spiegazione che data ho de' fenomeni elettro-magnetici, è facile, dirò anche semplice; è certo poi che s' adatta a tutte le loro sensibili apparenze. Nulladimeno posso io avere filosofato di fenomeni naturali con principj non naturali, ovvero male applicati. Anzi che dunque fare l'encomio della mia opinione con iscapito delle altrui, ammiro gl' industriosi sforzi di quanti hanno rivolto l' acume del loro ingegno a volerli pure interpretare. Che se agli occhi miei le dottrine di essi non comprendono le particolarità tutte dell' apportate esperienze; agli occhi loro avrà la mia altri difetti; ma non per questo vorrà subito rifiutarsi, chè = negli studj naturali (per dire colle parole del M. Ridolfi) tutti cercano il vero; ove manchino prove dirette tutti ne cercano per vie più o meno tortuose: se queste vie si riguardano come la materiale espressione delle forze dell' ingegno umano, non sono da dispregiarsi anche quelle che sembrano obblique, purchè mirino a un punto comune. La verità sarà forse tratta dal suo nascondiglio, e la vedremo un giorno brillare per la risultante delle forze impiegate =.

Se il primo che apre la strada agli altri, fa in gran parte sua la lode di quelli i quali di poi seguendolo l' allargano e la migliorano: qualunque sia l' utile che da questo mio lavoro potrà ridondare alla scienza, il maggior premio è dovuto al fisico danese Oersted.

Primo egli se non a vedere, certo a vedere meglio degli altri i movimenti degli aghi calamitati per la presenza del filo congiuntivo i poli dell' elettromotore, primo anche ne accennò in via di congettura la cagione, la quale è poi quella da me sopra distesamente chiarita. S' abbia dunque egli il doppio merito d' aver dato e occasione di vedere e lume a intendere.
